REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
Faculté de génie de la construction
Département de génie civil

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue d'obtention du diplôme de master en génie civil
Option : Voies et Ouvrages d'Art

THEME

ETUDE EN APD DE LA PENETRANTE TIZI-OUZOU VERS L'AUTOROUTE EST-OUEST
LA LIAISON RN12-RN25 sur 5,3 Km

Présenté par :

AKOUCHE Lyes

AOUANA Azouaou

Encadré par :

Mr. DEHMOUS

Promotion 2012/2013

Remerciement

Louange à Dieu, qui nous a guidé, 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 tenons aussi à remercier tous ceux et celles qui de loin ou de près ont contribué à finaliser ce travail que nous espérons sera à la hauteur de leurs engagements.

Nous citons nommément :

- *Notre encadreur, Mr DEHMOUS pour qui nous exprimons notre gratitude pour son encadrement, son aide, sa confiance, et son soutien incessant durant notre projet.*
- *MR MOULAHECENE, de nous avoir aidé par les discussions fructueuses que nous avons eu dans le cadre de notre projet.*
- *Les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.*

Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos enseignants ayant crus en nous et ce depuis le primaire.

SOMMAIRE

❖ Introduction générale :

I) Description du projet :

I-1) Introduction. …… Page 1
I-2) Aperçu général sur la Wilaya de Tizi-Ouzou. ……... Page 1
I-3) Description du Projet. …… Page 2
I-5) L'objectif et utilité. …… Page 3

II) Etude du trafic :

II-1) Introduction. …… Page 4
II-2) Mesure et analyse de trafic. …… Page 4
II-3) Détermination de nombre de voies. ……..… Page 4

III) Etude géométrique :

III-1) Introduction…… Page 8
III-2) Normes et paramètres fondamentaux…….. Page 8
III-3) étude du tracé……... Page 9
III-3-1) tracé en plan …… Page 9
III-3-2) Profil en long…… Page 12
III-3-3) Profil en travers…… Page 13

IV) Etude géotechnique :

IV-1) Introduction…… Page 15
IV-2) Objectif…… Page 15
IV-3) Aperçus sismique et géologique…….. Page 15
IV-4) Géotechnique…… Page 17
IV-5) Les talus…… Page 24
IV-6) Les caractéristiques des matériaux du gite d'emprunt… Page 25

V) Dimensionnement du corps de chaussée :

V-1) Introduction…… Page 26
V-2) Dimensionnement et méthodes de dimensionnement….. Page 27
V-3) Les facteurs de dimensionnement d'une chaussée…… Page 28
V-4) conclusion…… Page 29
V-5) Vérification à la fatigue des structures…… Page 30
V-6) dimensionnement de renforcement…… Page 34

VI) Cubatures et terrassements :

VI-1) Les cubatures……... Page 35
VI-2) Les terrassements routiers…… Page 35

VII) Etude hydrologique :

VII-1) introduction…… Page 37
VII-2) Données pluviométriques…… Page 37
VII-3) Quelques définitions…… Page 37
VII-4) Calcul hydraulique…… Page 38
VII-5) Exemples de dimensionnement…… Page 40
VII-6) Conclusion …… Page 46

VIII)Conception de l'échangeur :

VIII-1) Introduction…… Page 48
VIII-2) Définition d'un échangeur…… Page 48
VIII-3) Les différents types d'échangeurs…… Page 48
VIII-4) Analyse et choix de l'échangeur…… Page 49
VIII-5) Caractéristiques géométriques de notre échangeur….. Page 53

IX) Etude en APS du pont de l'échangeur :

IX-1) Introduction…… Page 55
IX-2) Présentation du projet…… Page 55
IX-3) Choix et type d'ouvrage …… Page 56
IX-4) Conception des culées…… Page 62
IX-5) Caractéristiques des matériaux à utiliser…… Page 64

X) Signalisation et Equipements :

X-1) Signalisation …… Page 66
X-2) Equipements de la route…….... Page 70

XI) impact du projet :

XI-1) Introduction…… Page 73
XI-2) L'utilité de l'étude d'impact du projet…… Page 73
XI-3) Les impacts du projet …… Page 73

XII) Devis quantitatif et estimatif :

XII-1) Introduction…… Page 75
XII-2) Conclusion…… Page 76

❖ Conclusion générale

❖ Bibliographie

❖ Annexes

INTRODUCTION

La wilaya de Tizi-Ouzou devra assumer sa "tâche", et sa taille en tant que capitale régionale. Elle devra alors repenser sa politique sectorielle de transport. Il est prévu à cet effet, dans le cadre du schéma directeur routier, pour parer à l'insuffisance du réseau existant, soit par saturation, soit par défaut comme dans notre cas, un plan qui vise à moderniser son réseau en améliorant le niveau de service des routes existantes ou en concevant de nouvelles infrastructures.

Notre étude s'inscrit dans ce sillage, en effet elle traite le projet de la pénétrante autoroutière qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest avec un temps de parcours ne dépassant pas les 30mn. Le but étant d'offrir un nouvel axe de développement et d'échange entre la Wilaya et l'intérieur du pays

Ce sujet de fin d'étude a été proposé par la direction des travaux publics de la wilaya de Tizi-Ouzou. Il devra nous permettre en premier lieu d'évaluer et mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant notre cursus universitaire et de s'adapter avec les différentes étapes de la conception routière.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DU PROJET

UMMTO

I. INTRODUCTION :

Dans le cadre du développement de l'infrastructure de base de la wilaya de Tizi-Ouzou et pour dynamiser les échanges interrégionaux, le schéma directeur routier national a prévu une pénétrante Nord-sud, de la ville de Tizi-Ouzou (RN12) à la wilaya de Bouira (autoroute est-ouest) au niveau de DJEBAHIA, en suivant le cours de la RN25, qui dans son état actuel traverse plusieurs agglomérations tel que Draa Ben Khedda, Draa El Mizane , AOMAR….

Notre travail consiste à étudier un tronçon de la dite pénétrante, en respectant le couloir établit et approuvé par la direction des travaux publiques de Tizi-Ouzou

II. APERÇU GENERAL SUR LA WILAYA DE TIZI-OUZOU :

Tizi-Ouzou, ville d'Algérie est située à l'est de la capitale Alger, distante de 100Km. Cette ville nordique d'Algérie se trouve à environs 40 Km de l'autoroute est-ouest.

Elle est dépourvue d'infrastructures des transports aériens et maritimes, le transport terrestre constitue son seul moyen de locomotion, ce qui a généré la saturation du réseau actuel. À l'image de la RN12, principal axe routier, qui traverse la wilaya d'est en ouest.

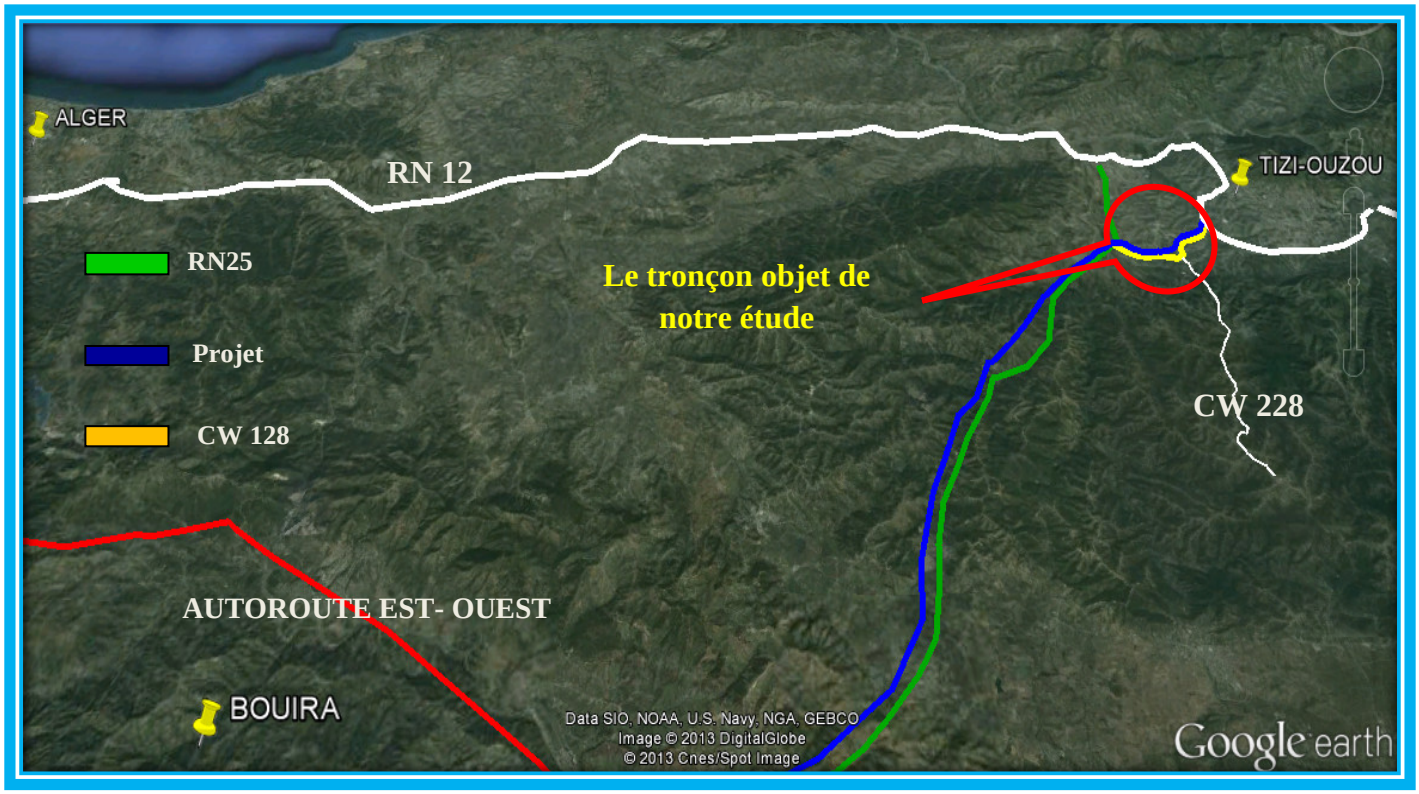


Fig I-1 : *Situation géographique du projet*

III. DESCRIPTION DU PROJET :

➢ Itinéraire Du Projet :

Le point de départ de notre tracé se situe au niveau d'oued Falli (PK 0+000) à proximité de l'échangeur de la rocade sud entre (RN12) et le CW128 pour aboutir à l'intersection RN25-CW128.

Nous avons essayé d'adapter l'axe à l'allure du chemin de Wilaya CW128 qui mène de Tizi-Ouzou vers l'actuelle RN 25 de façon à permettre la récupération de la chaussée existante (CW128 de 2x1voie) en effectuant des corrections.

Du PK 1+650 au PK 4+550 on a adopté un nouveau tracé vu la difficulté de récupérer la chaussée existante due à l'allure de cette dernière qui ne la permet pas (beaucoup de virages serrés).

Au niveau du PK 2+025 on a conçu un échangeur qui permet le rétablissement de communication entre le projet et le CW228 (qui mène à Tirmitine et Mâatkas).

Entre le PK 2+250 au PK 2+500 sur un linéaire de 250 m on a opté pour un remblai important à la place d'un pont pour des raisons économiques.

Enfin à partir du PK 4+550 au PK 5+288 on a eu la possibilité de récupérer la chaussée existante.

➢ Localisation des Ouvrages D'Arts :

Localisation	Fonction	Type d'ouvrages	Surface du tablier
PK 0+170	FRANCHISSEMNT D'UN OUED	2 PONTS DE LONGUEUR L=30 m	2 X 450 m^2
PK 2+025	TRAVERSEE DE LA CW228	PONT POUTRES A UNE TRAVEE DE 36 m	410 m^2

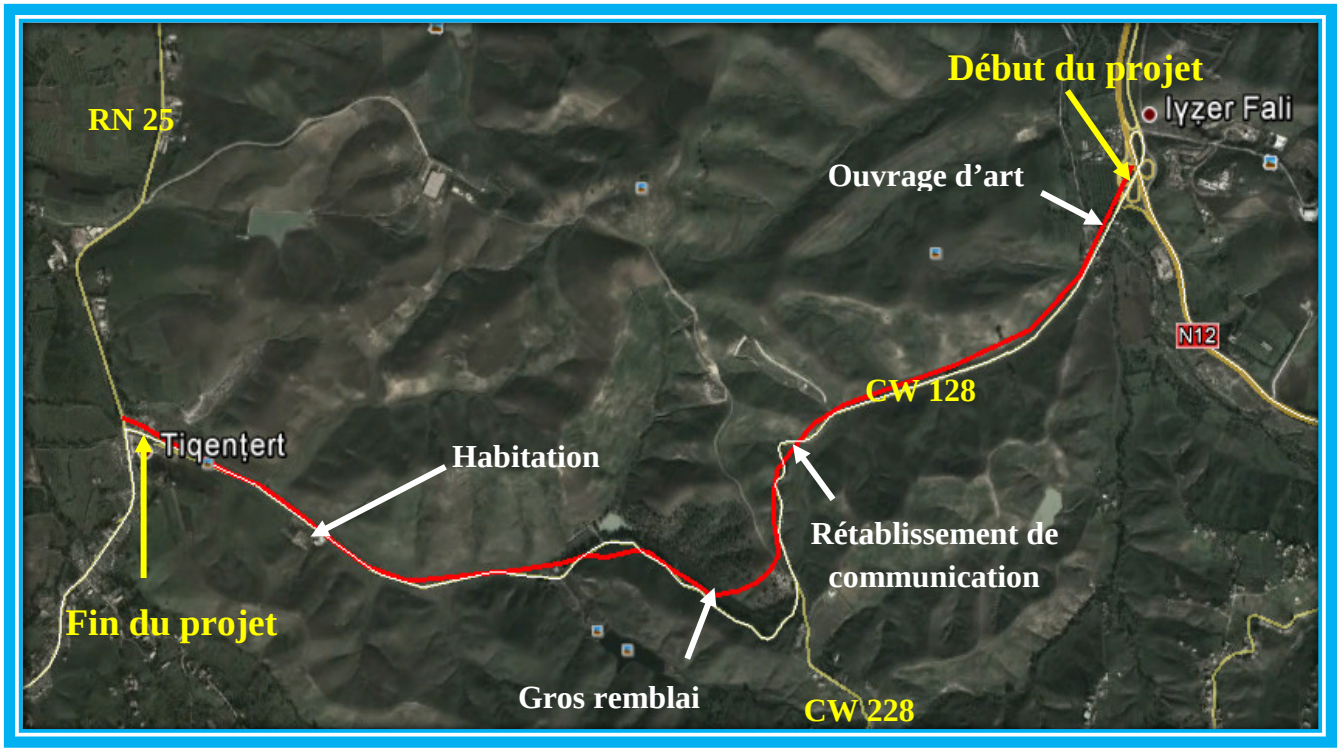


Fig I-2: *Projection du tracé sur le site*

➢ *Synthèse de notre démarche :*

L'étude que nous avons mené ayant pour objectif de concevoir en phase Avant Projet Détaillé (APD) un tronçon routier de catégorie C1 dans un environnement E2 et pour une vitesse de base de V_B=80 Km a conclu ce qui suit :

Le tronçon sera réalisé en deux fois trois voies avec deux bandes d'arrêt d'urgence et un terre-plein central de deux mètres ce qui nous donne une plate forme de 28 m sur un linéaire de 5288m.

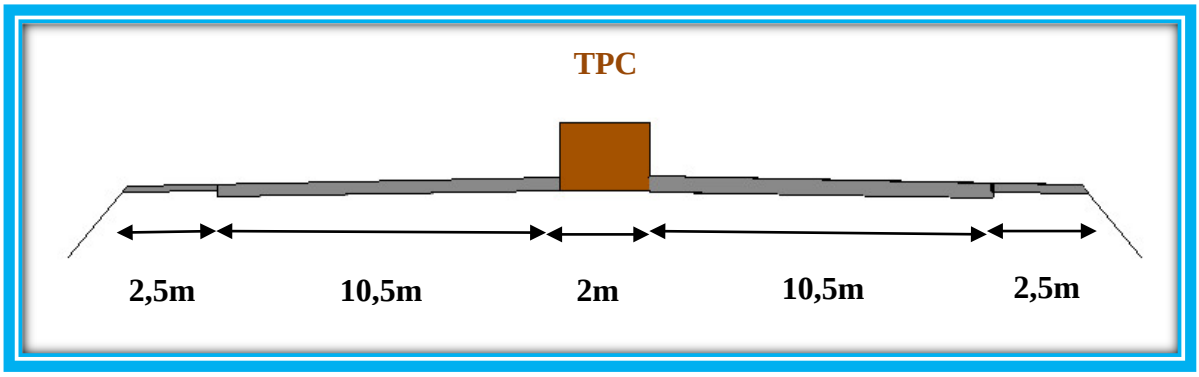


Fig I-3 : *Profil en travers Type*

IV. OBJECTIF ET UTILITE DU PROJET :

Ce projet constituera une pénétrante Nord - Sud qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est –Ouest, une fois achevé il présentera plusieurs avantages tel que :

- ✓ Offrir un nouvel axe de développement et d'échange entre les deux Wilayas de Bouira et Tizi-Ouzou et réduire ainsi considérablement les coûts de transport.
- ✓ Dynamiser l'activité économique régionale en reliant la willaya de Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest avec un temps de parcours ne dépassant pas les 30mn.
- ✓ Soulager la RN12 principal axe de la willaya en offrant un raccourci vers l'intérieur du pays.
- ✓ Permettre un gain de temps pour les usagers de l'actuelle RN25.
- ✓ Désenclavement des régions avoisinantes.

CHAPITRE II :

ETUDE DU TRAFIC

UMMTO

I. INTRODUCTION :

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

L'étude du trafic constitue une approche essentielle de la conception des réseaux routiers, elle doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà, les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

II. MESURE ET ANALYSE DU TRAFIC :

Les services techniques de la DTP de Tizi-Ouzou ont réalisés des compagnes de comptage sur les différentes routes de la zone d'étude notamment RN25 et CW128 qui constituent le lit de la pénétrante de la wilaya Tizi-Ouzou vers l'autoroute est-ouest.

Après une analyse socio-économique des données récoltées, ils ont adopté un trafic journalier moyen annuel (TJMA) de 8000 véhicule par jour à l'année 2011.
Cette prévision du trafic s'est effectuée en évaluant les deux composantes suivantes :

A. TRAFIC EXISTANT :

C'est le trafic sur l'ancien aménagement sans tenir compte de notre projet.

Il est dominé par le **trafic local**, ayant pour origine et destination les différentes localités du sud-ouest de Tizi-Ouzou et du nord de Bouira tel que Draa El Mizane Boghni, Aomar …etc…, par contre, le **trafic d'échange** entre ces régions et les autres wilayas est très réduit en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement.

***Hypothèse** : il est estimé à 40 % du TJMA.*

B. TRAFIC INDUIT :

C'est le résultat des nouveaux déplacements qui, en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier, ne s'effectuaient pas antérieurement.

En effet, l'aménagement futur induira un trafic d'échange important. Vu la position géographique de la pénétrante, elle constituera une porte pour la wilaya de Tizi-Ouzou sur l'ensemble des autres wilayas du pays tel que Sétif, M'sila et chlef.

***Hypothèse** : il est estimé à 60 % du TJMA.*

III. DETERMINATION DU NOMBRE DE VOIES :

Le choix du nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

III.1.DONNEES DE TRAFICS ET HYPOTHESES DE CALCUL :

- Le trafic à l'année 2011 : $TJMA_{11}$=8000 v/J.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic τ =4%.
- La vitesse de base sur le tracé VB=80 Km/h.
- Le pourcentage de poids lourds Z=35%.
- L'année de mise en service : 2015.
- La durée de vie du projet: 20ans.
- Le coefficient d'équivalence de poids lourd : Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E2 on a P=6
- Les coefficients correcteurs : K1=0.85 pour E2.
  K2= 0.99 pour E2 et C1.
- La capacité théorique : C_{th}= 2400 (E2, C1 et pour une chaussée séparée à 3 voies).

III.2.PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :

L'année de mise en service (2015).
L'année horizon après une durée de vie de 20ans (2035).

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

- **$TJMA_h$:** le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2015).
- **$TJMA_o$:** le trafic à l'année de référence (origine 2011).

$TJMA_{2015}$= 8 000. (1 +0,04)^4 = **9 360 (v /j).**

$TJMA_{2035}$= 8000**.** (1 + 0,04)^{25} = **21 330 v/j.**

III.3.CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF :

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

Avec:

*P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.
*Z: le pourcentage de poids lourds.

T_{eff} =21 330 x [(1 - 0.35) +6 x 0.35] ⟹ **T_{eff} = 58658 uvp/j**

III.4.DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon: il est donné par la formule :

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

Avec:

*1/n: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12

* Q_{35}= 0.12 x 58658 = 7039 uvp/h

*** Q_{35} =7039 uvp/h**

III.5.DEBIT ADMISSIBLE :

Le débit que supporte une section donnée ;

$$\mathbf{Q_{adm} = K1.\ K2.\ Cth}$$

Avec :

*K1 et K2 sont des coefficients correcteurs.

*C_{th}: capacité théorique.

$$Q_{adm} = 0{,}85 \text{ x}0.99 \text{ x } 2400 = 2020 \text{ uvp /h}$$

Donc : **Q_{adm} = 2 020 (uvp/h).**

III.6.LE NOMBRE DE VOIES:

On a: $n = S.\ Q/Q_{adm} = (2 / 3) \times (7\,039 / 2020) = 2{,}32 \approx 3$.

N = 3 voies /sens

❖ ***RESULTATS DE CALCUL :***

$TJMA_{2011}$ (v/j)	$TJMA_{2015}$ (v/j)	$TJMA_{2035}$ (v/j)	$Teff_{2035}$ (uvp/j)	Q_{adm} (uvp/h)	N^{bre} des Voies Par sens
8000	9360	21330	58 658	2020	3

III.7.CALCUL DE L'ANNEE DE SATURATION :

On a : $Teff_{2015}$= [(1 – 0, 35) + 6 .0, 35].9 360= 25 740 (uvp/j).

$Teff_{2015}$=25 740 (uvp/j).

D'où : Q_{2015}= 0,12 × 25 740 = 3 089 (uvp/j).

Et on a : **$Q_{Saturation}$= 4 × Qadm**

$Q_{Saturation}$= 4 × 2020= 8 080 (uvp/j).

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

D'où : n = log (8 080 /3 089) / log (1+0 ,04) = 24,52 ≈ 25 ans. ⟹ n=25ans.

Donc l'année de saturation = 2015+25=2040.

- ***Conclusion :***

La saturation surviendra 25 ans après l'année de mise en service soit en 2040.

CHAPITRE III :

ETUDE GEOMETRIQUE

UMATO

I. INTRODUCTION :

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

Les caractéristiques du tracé doivent assurer les conditions de confort, de stabilité et la condition optique. Ces conditions sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et la rugosité de la chaussée assurée par la couche de roulement.

II. NORMES ET PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Tout projet routier est dimensionné conformément aux recommandations des normes techniques en vigueur. Ainsi notre projet sera dimensionné conformément aux normes algériennes d'aménagement des routes(B40).

Notre route, selon son utilité publique jugée capitale et vis-à-vis sa situation géographique (elle relie deux axes principaux ; RN12 et L'Autoroute Est-Ouest), est classée en catégorie C1.

Elle se situe dans un environnement E2 caractérisé par une faible sinuosité et un relief vallonné.

Les rayons indiqués dans les normes B40 sont en fonction de la vitesse de base, la catégorie et le sens de circulation. En considérant VB=80km/h, un sens de circulation unidirectionnel nous obtenons les rayons indiqués dans les tableaux suivants :

ALIGNEMENT	**Longueur minimale**	**L min**	**m**	**112**
	Longueur maximale	**L max**	**m**	**1334**

Tableau III-1 : *longueur minimale et maximale des alignements droits*

				Devers associé
RAYON	**Minimum absolu**	**RHm**	**250**	**(d= 7%)**
	Minimum normal	**RHN**	**450**	**(d= 5%)**
	Au divers minimal	**RHd**	**1000**	**(d= 2.5%)**
	Non déversé (m)	**RHnd**	**1400**	**(d = -2.5%)**

Tableau III-2 : *les rayons horizontaux et les divers*

PROFIL EN LONG	Déclivité minimale		dmax	%	6
			dmin	%	1
	RAYONS EN ANGLE SAILLANT RV	Minimum absolu	Rvm	m	2500
		Minimum normal	Rvn	m	6000
	RAYON EN ANGLE RENTRANT (R'V)	Minimum absolu	R'Vm	m	2400
		Minimum normal	R'Vn	m	3000

Tableau III-3 : *les rayons verticaux et déclivités*

Dévers minimum	1%
Dévers maximum	6%

Tableau III-4 : *pentes longitudinales.*

III. ETUDE DU TRACE :

III-1.TRACE EN PLAN :

III-1-1. DEFINITION :

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. C'est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route à une échelle réduite.

III-1-2. DESCRIPTION DU TRACE :

Le tracé s'étend sur un linéaire de 5288 m, devra relier la rocade sud de la ville de Tizi-Ouzou à la RN 25.

Il prend origine à l'échangeur d'Oued Falli (PK 0+000), il suit l'actuelle CW128 en effectuant des récupérations et des corrections, pour aboutir enfin à l'intersection CW128-RN25. [PK 5+288].

Notre tracé a été conçu dans le souci d'assurer aux usagers un niveau de service satisfaisant, tout en optimisant les coûts économiques.

D'une manière générale, nous avons essayé d'adapter au maximum le tracé au terrain naturel tout en respectant les recommandations du B40.

Compte tenu du relief (très) vallonné particulièrement sur la section allant du PK1+675 au PK3+625, ou le tracé présente des successions de courbes avec parfois des rayons minimum absolus (RHm=250 m).

➢ ***Contraintes :***

Le tracé traverse un petit oued aux environs du PK 0+170 et passe à la limite d'une bâtisse au PK 0+265.

Au niveau du PK 2+025 il rencontre un chemin de wilaya CW228 d'importance moyenne où il est prévu un rétablissement de communication. Du PK 2+250 au PK 2+500, nous avons traversé une dépression naturelle assez importante avec de gros remblais où la hauteur maximale à l'axe atteint 11,14 m.

Avant la fin du tracé, au PK 4+450 il est question d'éviter une bâtisse à usage d'habitation. Ainsi l'axe du tracé a été dévié d'une distance réglementaire de 35 m par rapport aux limites de la bâtisse.

➢ ***Récupération de la chaussée existante :***

En dépit de toutes les contraintes suscitées et en se conformant aux normes nous avons récupéré la chaussée existante sur deux tronçons ;

- ✓ Le premier s'étend de PK 0+600 au PK 1+650.
- ✓ Le deuxième s'étend de PK 4+550 au PK 5+288.

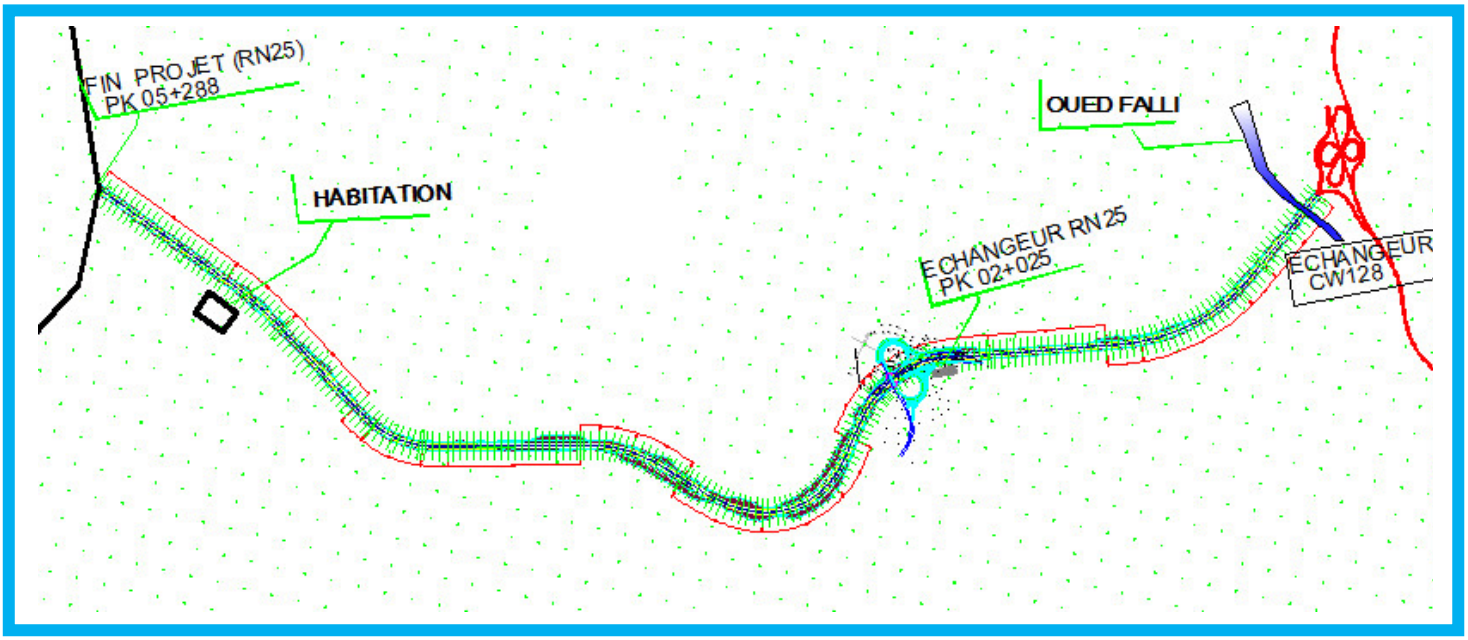


Fig III-1 : *Tracé en plan*

III-1-3. ELEMENT CONSTITUANT L'AXE EN PLAN :

Le tracé est une succession de droites (alignements) et de courbes (arc de cercle). On intercale entre ces deux derniers des clothoïdes (courbes de raccordement) qui servent à introduire progressivement la variation de devers. L'ensemble des éléments utilisés et leurs caractéristiques géométriques sont illustrés dans le tableau suivant :

Eléments	*Caractéristiques*	*Longueur*	*Abscisse*	*X*	*Y*
D3	**GIS = 110.641°**	**408.506**	**0.000**	**585154.071**	**4061789.891**
			408.506	**585536.353**	**4061645.887**
C6	**R = -1400.000**	**283.529**			
D1	**GIS = 122.245°**	**88.329**	**692.035**	**585789.785**	**4061519.845**
			780.364	**585864.492**	**4061472.718**
LA1	**A=717.222**	**643.019**	/	/	/
C1	**R = 800.000**	**345.171**	/	/	/
CSS		**395.329**	/	/	/
C2	**R = -420.000**	**88.255**	/	/	/
CSS2		**483.362**	/	/	/
C3	**R = 300.000**	**344.061**	/	/	/
CSS3		**328.286**	/	/	/
C4	**R = -250.000**	**53.234**	/	/	/
LA2	**A = 269.752**	**291.064**	/	/	/
D2	**GIS = 72.270°**	**526.713**	**3752.145**	**588324.395**	**4061894.176**
			4278.858	**588826.091**	**4062054.574**
LA4		**693.181**			
D4	**GIS = 26.173°**	**329.868**	**4972.038**	**589332.300**	**4062491.187**
			5287.906	**589477.801**	**4062787.231**

Tableau III-5 : *Éléments constituants l'axe en plan*

III-2.PROFIL EN LONG :

III-2-1.DEFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représenté sur un plan à une échelle. Il constitue une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

III-2-2.DESCRIPTION DU TRACE :

Le profil en long est conçu avec des rayons aussi grands que possible lorsque la topographie du site le permet pour garantir ainsi une bonne qualité de service dont le niveau dépend des conditions de visibilité, confort et esthétique.

La pente longitudinale maximale admissible P max=6% n'a pas été dépassée.

Le tracé doit satisfaire à la condition économique et d'adhérence, et afin d'assurer l'évacuation des eaux surtout dans les zones en déblais et de transition de devers, nous avons adopté une pente longitudinale minimale de 1%.

Nous avons évité de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens des déclivités sur des distances courtes car cela porte préjudice à l'aspect esthétique de la route.

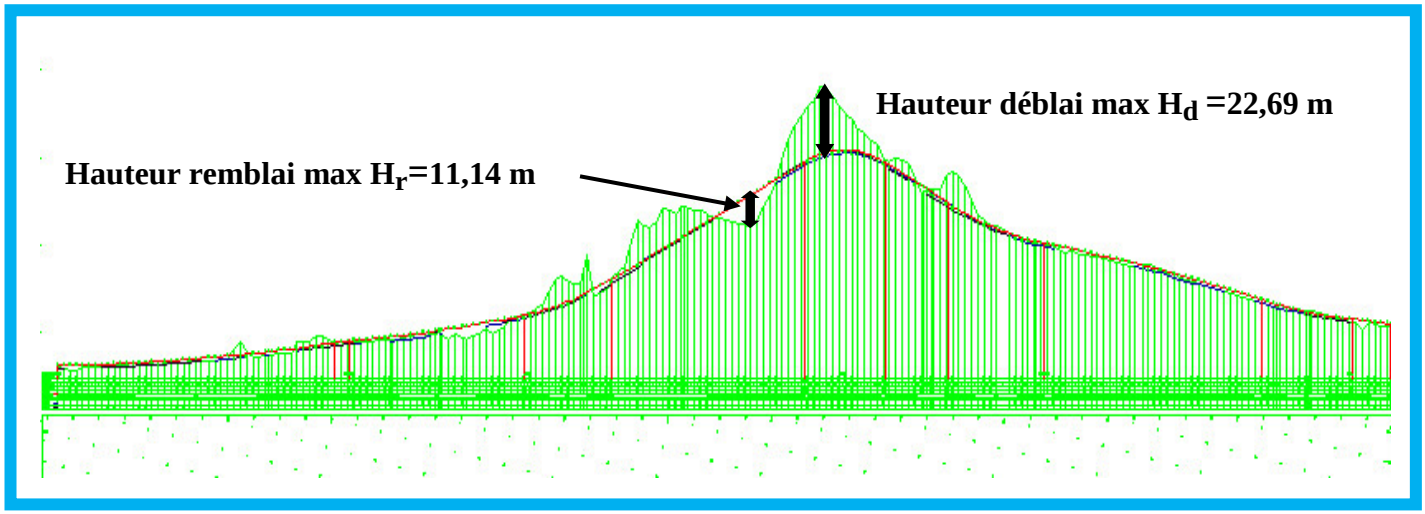


Fig III-2 : *Profil en long*

III-2-3. ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN LONG :

Notre tracé est constitué d'une succession de segments de droites raccordées par des paraboles. Ces raccordements ont été projetés avec des rayons supérieurs aux rayons minimums absolus sur tout le linéaire.

L'ensemble des éléments utilisés et leurs caractéristiques géométriques sont illustrés dans le tableau suivant :

ELEMENTS	*CARACTERISTIQUE DES ELEMENTS*		*LONGUEUR(m)*
	RAYON (m)	*PENTE (%)*	
PA6	**R = 33446.17**	/	**991.158**
PA7	**R = -50000.00**	/	**696.628**
PA1	**R = 15000.00**		**709.916**
D2	/	**P= 5.556 %**	**541.975**
PA2	**R = -3000.00**	/	**316.692**
D3	/	**P= -5.000 %**	**439.592**
PA3	**R = 10000.00**	/	**308.077**
D4	/	**P= -1.919 %**	**281.325**
PA4	**R = -10000.00**	/	**62.557**
D6	/	**P= -2.545 %**	**261.795**
PA5	**R = 20000.00**	/	**230.568**
D5	/	**P= -1.392 %**	**461.622**
Longueur totale de l'axe			**5 288**

Tableau III-6 : *Éléments constitutifs du profil en long*

III-3.PROFIL EN TRAVERS :

III-3-1.DEFINITION:

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

Le choix d'un profil en travers type d'une route dépend essentiellement du trafic attendu sur cette dernière.

III-3-2. LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS:

Notre projet routier est calculé avec un zoning de 25 m. Nous avons aussi un profil pour chaque point de tangence entre les différents éléments constituant l'axe en plan ce qui nous donne un total de 219 profils en travers.

On adopte pour tout le linéaire un seul **profil en travers type** contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et système d'évacuation des eaux etc.…).

Le profil en travers type adopté est constitué de deux chaussées de trois voies unidirectionnelles séparées par un terre-plein central de 2,00 m avec deux bandes d'arrêt d'urgence de 2,5 m chacune.

a) La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules ;

L_C = 2 x (3x3.50) = **21,00m**

b) Le terre-plein central :

Il s étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées ;

L_{TPC} = 1x 2,00 = **02,00m**

c) Bandes d'arrêt d'urgence (B.A.U) :

Pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules ;

L_{BAU} = 2 x 2,50 = **05,00 m**

d) La plate forme:

C est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais**.**
Sa largeur est égale à **28,00 m**

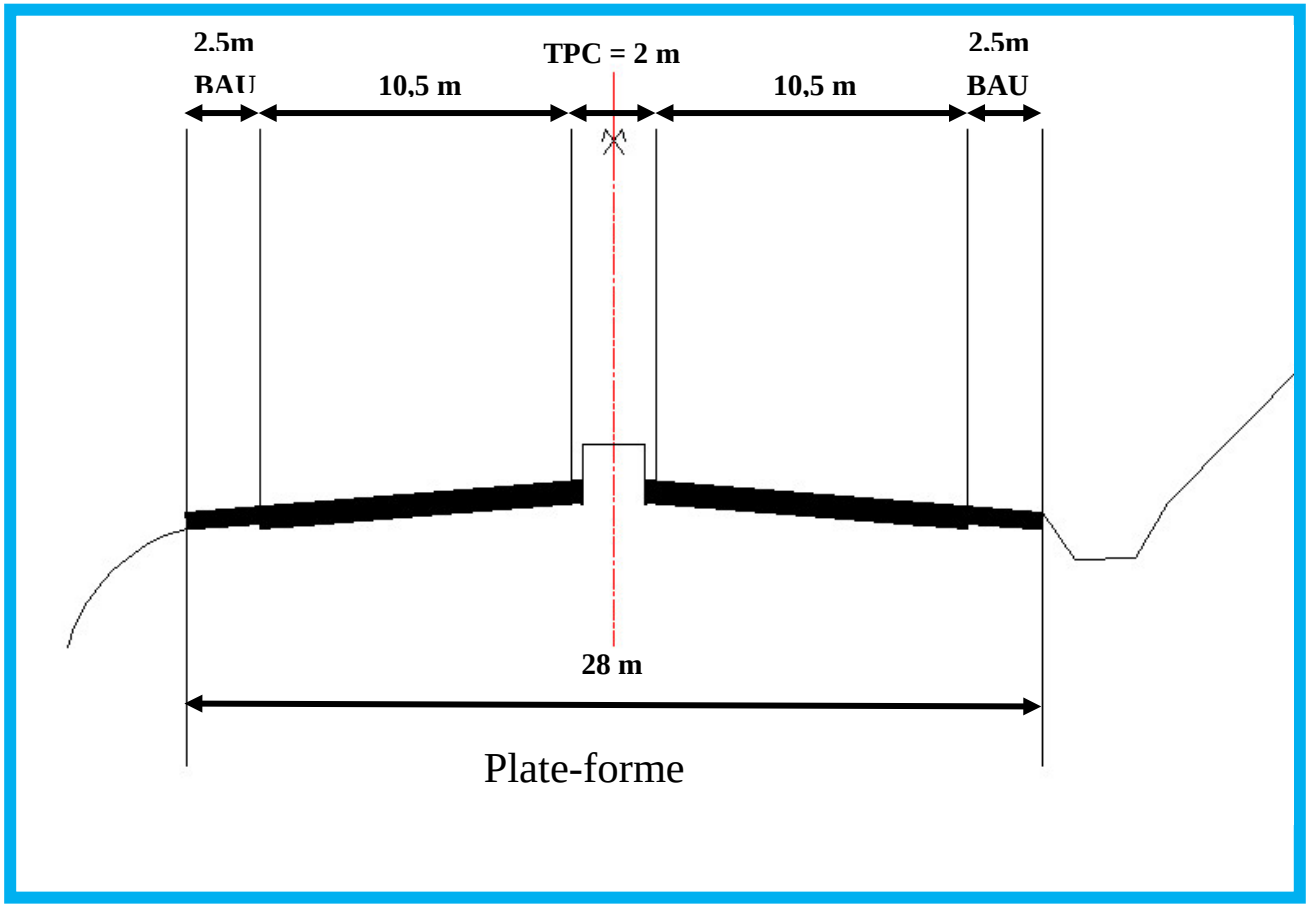


Fig III-3 : *Profil en travers type*

CHAPITRE IV :

ETUDE GEOTECHNIQUE

UMMTO

I. INTRODUCTION :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance des terrains traversés.

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.

II. OBJECTIF :

Afin d'appréhender le comportement du sol support / structure, une compagne de reconnaissance géotechnique a été élaborée conformément aux besoins du projet, et ce pour :

- ✓ Calculer les contraintes admissibles aux droits des fondations des ouvrages d'art et dalots.
- ✓ Etudier la stabilité des parois des talus de déblais et remblais importants, en préconisant par besoin les modalités de confortements ou de protections nécessaires à leur stabilité.
- ✓ Classer les matériaux issus des déblais, et des gites d'emprunts, selon le guide GTR, pour leur éventuelle réutilisation en remblai, couche de forme et structure de chaussée; avec estimation de leur volumes.
- ✓ Dimensionner la structure de chaussée.

III. APERÇU SISMIQUE ET GEOLOGIQUE :

A. *SISMICITE :*

Le paramètre sismique est un facteur déterminant dans le calcul des structures à long terme, de ce fait, la sismicité de la zone de projet doit être déterminée en se référant aux règles parasismiques algériennes RPA 99/version 2003.

Le projet de la pénétrante doit être classé dans l'un des quatre groupes définis ci-après :

- **Groupe 1A** : Ouvrages d'importance vitale.
- **Groupe 1B** : Ouvrages de grande importance.
- **Groupe 2** : Ouvrages courants ou d'importance moyenne.
- **Groupe 3** : Ouvrages de faible importance.

	Zone sismique			
Groupe	I	IIa	IIb	III
1A	0,15	**0,25**	0,30	0,40
1B	0,12	0,20	0,25	0,30
2	0,10	0,15	0,20	0,25
3	0,07	0,10	0,14	0,18

Tableau V-1 : *Zones sismiques*

La carte de zonage sismique ci-dessous, révèle l'appartenance de la région de Tizi-Ouzou à la **Zone IIa,** le coefficient d'accélération à prendre en compte est **A = 0.25**, avec :

- **kh = 0.5 A (%g) = forces horizontales.**
- **kv = ± 0,3 kh = forces verticales.**

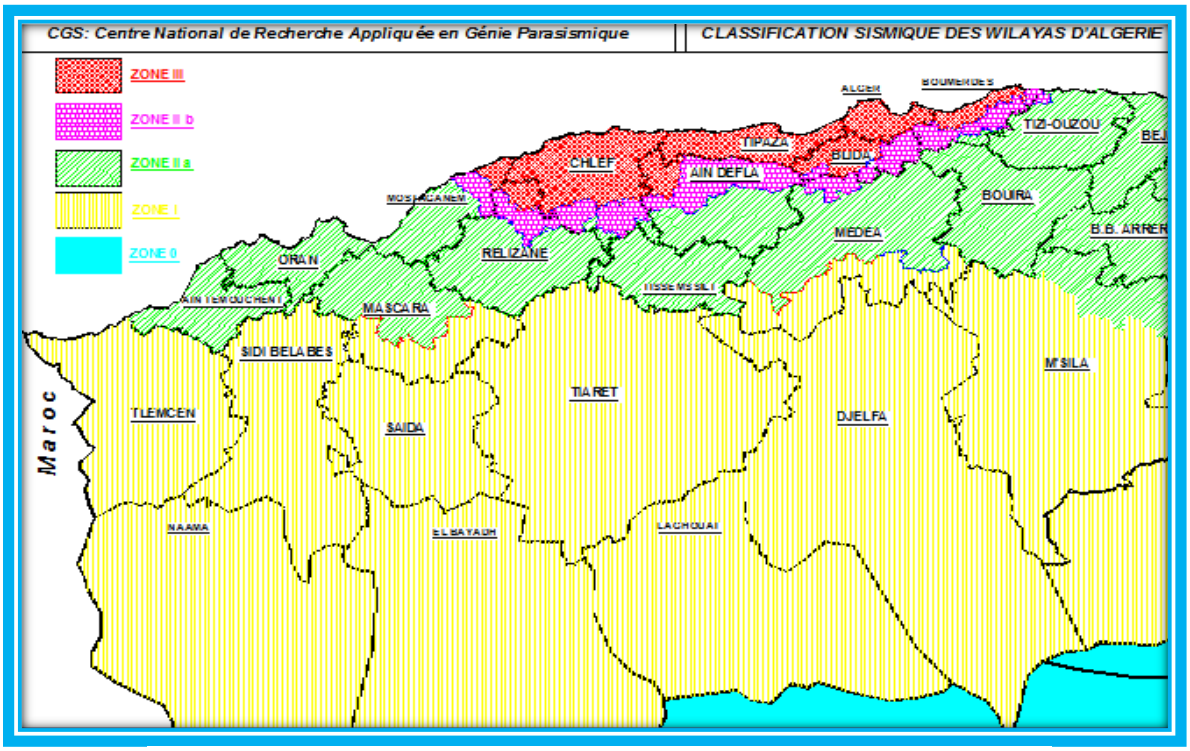


Fig V-1 : *Classification sismique des wilayas d'Algérie*

B. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE :

La connaissance de l'hydrogéologie de la zone concernée par ce projet, est nécessaire pour mieux appréhender les problèmes d'inondations de la chaussée en saison pluviale.

Le niveau de la nappe doit être déterminé, pour se prémunir contre la remontée des eaux lors des travaux de terrassements, et durant la mise en service de l'infrastructure autoroutière.

L'étude géologique, doit être basée essentiellement sur :

- ✓ La consultation conjointe des cartes géologiques au 1/50 000ème de Tizi-Ouzou.
- ✓ La visite de site.
- ✓ La description des coupes lithologiques des sondages carottés et des puits de reconnaissance géotechnique, pour s'imprégner de la géologie en profondeur.

CONSTATS :

Dans le cadre de ce projet, la visite du site, nous a permis d'apercevoir la nature des formations superficielles traversées par la variante du tracé, et ce le long du CW128, et de mettre en relief l'ensemble des contraintes géotechniques.

Ajouter à cela, nous avons constaté que notre variante du tracé perturbe au long de son itinéraire quelque écoulements qui nécessite des rétablissements soit avec des buses ou des dalots.

La présence de deux retenues d'eau qui peuvent porter préjudice aux talus. Nous relevons aussi l'existence d'un oued, en l'occurrence, Oued Falli, qui présente les caractéristiques des oueds algériens; secs en été, inondant et coupant les routes pendant la période des pluies.

Le type d'ouvrage de franchissement sera défini par l'étude hydraulique.

NB: *A défaut de ne pas avoir eu le rapport hydrogéologique nous n'avons pas pu traiter ce volet relatif à notre projet.*

IV. GEOTECHNIQUE :

IV-1.RAPPEL DU PROGRAMME DE RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :

L'investigation géotechnique menée dans le cadre de cette étude, a consisté en la réalisation des essais suivants :

1) ESSAIS IN-SITU :

- ✓ Trois (03) puits de reconnaissances de 2,5 m à 3 m profondeur.
- ✓ Trois (03) sondages carottés, allant jusqu'à 20 m de profondeur (atteindre le substratum).
- ✓ Quatre (04) essais au pressiomètre de Ménard (atteindre le bon sol).

2) ESSAIS AU LABORATOIRE :

2-1. Essais physico-chimiques :

- ✓ Analyses granulométriques et sédimentométriques sur tous les échantillons;
- ✓ Mesure des densités sèches (γ_s) humides (γ_n) et du degré de saturation (S_r);
- ✓ Limites d'Atterberg pour déterminer la teneur en eau naturelle (W), la limite de liquidité (WL) et l'indice de plasticité (Ip);
- ✓ Essai au bleu de Méthylène pour connaître l'argilosité de la formation en question ;
- ✓ Analyses chimiques sommaires sur quelques échantillons pour l'évaluation du degré d'agressivité du sol vis-à-vis des fondations des ouvrages d'art et courants.

2-2. Essais mécaniques :

- ✓ Essai Proctor modifié afin de déterminer la teneur en eau optimale correspondant à la densité maximale.
- ✓ Essai CBR pour connaître la portance du sol support.
- ✓ Essai Los Angeles (LA).
- ✓ Essai Micro Deval (MDE).
- ✓ Equivalent de sable (gites).

IV-2. CONTRAINTES GEOTECHNIQUES :

Les contraintes relevées dans le site sont liées à plusieurs facteurs:

- ***Géomorphologique :*** le relief est plus ou moins vallonné du début jusqu'à la fin du projet (photo n°1).
- ***Hydrologique :*** il a été relevé la présence de quelques écoulements d'eau ainsi que deux petit lacs.
- ***Géotechnique :*** les contraintes géotechniques sont liées à la présence de sols marneux, qui sont très sujets aux instabilités en présence d'eau, à l'exemple du glissement de talus bordant le CW128 au PK 29 + 000, causé par l'infiltration d'eau provenant de la retenue se trouvant du côté arrière (photo n°2).

PHOTO N°1

PHOTO N°2

Fig V-2 : *Exemples de contraintes géotechniques*

IV-3. CARACTERISATION GEOTECHNIQUE ET INTERPRETATION :

Les matériaux prélevés à partir des sondages carottés et des puits de reconnaissances géotechniques, à des profondeurs variables recèlent des caractéristiques physico-mécaniques, comme consignées dans les tableaux ci-après:

a) *A PARTIR DES PUITS DE RECONNAISSANCES :*

1) Granulométrie :

Les résultats des essais granulométriques effectués sur les échantillons issus des puits de reconnaissances montrent, que les sols recensés sont des sols fins (argile marneuse), (tamisât à 80 µm = 41.20% à 100%).

2) Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg dépendent étroitement de la granulométrie des échantillons ; les valeurs des limites de liquidité et celles de l'indice de plasticité augmentent régulièrement avec le taux d'éléments fins (limons et argiles).

D'après le diagramme de plasticité de CASAGRANDE, basé sur le couple (IP-L_L), il ressort que les sols en place s'intègrent dans les domaines suivants :

- Argiles **plastiques** à **peu plastiques** avec : $55.00 \leq L_L \leq 58.00$

$$21.00 \leq IP \leq 28.00$$

3) *Portance du sol support :*

La valeur de l'indice de California Bearing Ratio (I_{CBR}) varie dans la majorité des cas, entre 10 et 5, ce qui dénote des sols de très faible portance (classe de portance de type **S3)**, parfois **S2 (I_{CBR} = 6)**.

Ce qui nous a conduit à adopter une valeur moyenne pour le dimensionnement de corps de chaussée : **(I_{CBR} = 5)**.

➡ Les caractéristiques géométriques des matériaux et l'interprétation des résultats sont données par le tableau suivant :

N° Puits		PR 01	PR 02		PR 03
Profondeur (m)		1.0-2.0	0.5-2.5	2.5-3.0	0.6-1.6
Teneur en eau (W%)		20.1	20.1	16.1	20.6
Analyse granulométrique	% des passants <50 mm		-	-	-
	% des passants < 2 mm	100	-	-	100
	% des passants < 8o µ	75.7	100	100	100
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L (%)	58	57	55	56
	Indice de plasticité I_P (%)	21	26.0	28.0	25.0
	Indice de consistance I_C	1.80	1.41	1.38	1.41
Interprétation		Plastique	Plastique	Plastique	plastique
VBS		7.8	6.7	7	8
Interprétation		Sol argileux	Sol argileux	Sol argileux	Sol argileux
Proctor modifié	ω (%)	16.1	18.7	18.5	16.30
	γ_d(t/m^3)	1.81	1.72	1.76	1.84
Portance C.B.R	γ_d OPM	1.72	-	-	1.75
	CBR imbibé	4	-	-	6
	Classe de portance	S4			S3
	IPI	-	35	22	-
Classification des sols	Classe	A Sol fin	A Sol fin	A Sol fin	A Sol fin
	S/classe	A_2ts	A_3ts	A_3ts	A_2ts
Réutilisation		Non	Non	Non	Non

Tableau V-2 *: Caractéristiques géotechniques des matériaux et interprétation*

b) A PARTIR DES SONDAGES CAROTTES :

1) Granulométrie :

Les sols identifiés de part et d'autres de la zone recoupent une couche de TVO, avec un tamisât à 80 µm de moins de 35 %.

2) Limites d'Atterberg :

Excepté les sols TVO recoupés par le sondage SC01 au PK 5+100 entre 10,50 m et 13,70 m de profondeur, qui sont **peu plastiques :**

- $26.75 \leq L_L \leq 33.07$
- $14.12 \leq IP \leq 17.20$

Les sols sont majoritairement **plastiques à très plastiques** avec :

- $46 \leq L_L \leq 69$
- $24 \leq IP \leq 41$

3) Resistance à la compression :

Selon les valeurs de la résistance à la compression simple, l'état de notre sol est le suivant :

RC (bars) ≤ 15 : **raide à dur.**

N° sondage		SC1: PK5+100							
Profondeur (m)		1.00-1.50	3.40-3.75	6.60-7.00	9.60-10.00	10.00-11.0	15.0-17.50	18.0-18.4	23.0-23.75
Paramètres physiques	Teneur en eau (W%)	18.0	22.42	21.01	26.6	23.70	-	17.60	10.86
	γh (g/cm3)	2.14	2.02	2.05	1.99	2.05	-	2.06	2.20
	γd (g/cm3)	1.81	1.65	1.69	1.57	1.66	-	1.75	1.98
	Etat	Dense	Dense	Dense	Peu dense	Dense	-	Dense	Très dense
	Sr(%)	100	98	98	100	100	-	91	85
	Etat	Saturé	Détrempé	Détrempé	Saturé	Saturé	-	Détrempé	Détrempé
Analyse granulométrique	% des passants <50 mm	100	-	-	-	-	100	-	-
	% des passants <10 mm	99	-	-	-	100	84	-	-
	% des passants < 2 mm	50	-	-	-	95	64	-	-
	% des passants < 8o µ	30	-	-	-	58	26	-	-
	% des passants < 2 µ	13	-	-	-	25	7	-	-
	Etat	Sol sableux et graveleux avec fines	-	-	-	Sol fin	Sol sableux et graveleux avec fines	-	-
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L (%)	-	55	45	-	-	-	-	-
	Indice de plasticité I_P (%)	-	28.7	25	-	-	-	-	-
	Etat	-	Pastique	Plastique					
	Indice de consistance I_C	-	1.13	0.95	-	-	-	-	-
	Etat	-	Dur	Très ferme					
Résistance à la compression R.C.S (bars)		-	-	-	-	-	-	-	10.30
Etat		-	-	-	-	-	-	-	dur
Cisaillement	CU (bars)	-	0.63	0.3	-	-	-	0.22	-
	φu (°)	-	13	7	-	-	-	21	-
Classe de sol (GTR)		B	-	-	-	-	-	-	-
Réutilisation		-	-	-	-	-	-	Non	Non

Tableau V-3 : *résultats prélevés du sondage carotté N°1*(***interprétation et classification)***

N° sondage		SC2 : PK3+250						
Profondeur (m)		1.50-2.00	3.00-3.45	8.45-9.00	11.0-11.3	14.0-14.65	16.0-16.40	19.30-19.70
Paramètres physiques	Teneur en eau (W%)	19.13	19.83	17.56	21.01	24.39	14.90	14.13
	γh (g/cm3)	1.97	2.06	2.01	2.01	1.93	2.22	2.18
	γd (g/cm3)	1.65	1.72	1.72	1.66	1.55	1.93	1.91
	Etat	Dense	Dense	Dense	Dense	Peu dense	Très dense	Très dense
	Sr(%)	84	97.19	86.05	83.36	91.07	100	96.62
	Etat	Détrempé	Détrempé	Détrempé	Détrempé	Détrempé	Saturé	Détrempé
Analyse granulométrique	% des passants <50 mm	-	-	-	-	-	-	-
	% des passants <10 mm	-	-	-	-	-	-	-
	% des passants < 2 mm	-	-	-	-	-	-	-
	% des passants < 8o μ	-	-	-	-	-	-	-
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L (%)	69	65	65	-	-	-	-
	Indice de plasticité I_P (%)	34	32	28	-	-	-	-
	Etat	Plastique	Plastique	plastique	-	-		-
	Indice de consistance I_C	1.46	1.41	1.69	-	-	-	-
	Etat	Dur	Dur	Dur	-		-	-
Résistance à la compression R.C.S (bars)		-	-	-	-	-	4.60	-
Etat		-	-	-	-	-	Dur	-
Cisaillement	CU (bars)	0.86	1.6	0.87	0.08	-	-	3.25
	φu (°)	43	30	28	26	-	-	46.82
Classe de sol (GTR)		A_3ts	A_3ts	-	-	-	-	-
Réutilisation		Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Tableau V-4 : *résultats prélevés du sondage carotté N°2* ***(interprétation et classification)***

N° sondage		SC3: PK1+300				
Profondeur (m)		1.00-1.50	2.60-3.60	4.70-5.00	15.45-15.90	21.0-21.35
Paramètres physiques	Teneur en eau (W%)	-	16.59	-	16.16	20.33
	γh (g/cm3)	-	2.09	-	2.03	1.97
	γd (g/cm3)	-	1.79	-	1.75	1.63
	Etat	-	Dense	-	Dense	Dense
	Sr(%)	-	91.48	-	83.24	86.09
	Etat	-	Détrempé	-	Détrempé	Détrempé
Analyse granulométrique	% des passants <50 mm	-	-	-	-	-
	% des passants <10 mm	-	-	-	-	-
	% des passants < 2 mm	100	100	100	-	-
	% des passants < 8o µ	98	99	99	-	-
	% des passants < 2 µ	50	41	42	-	-
	Etat	Sol fin	Sol fin	Sol fin		
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L (%)	56.78	48.62	51.01	-	-
	Indice de plasticité I_P (%)	27.69	27.72	28.14	-	-
	Etat	Plastique	Plastique	Plastique		
	Indice de consistance I_C	-	1.55	-	-	-
	Etat	-	Dur	-	-	-
Résistance à la compression R.C.S (bars)		-	-		-	-
Etat		-	-	-	-	-
Cisaillement	CU (bars)	-	0.37	-	-	-
	φu (°)	-	20	-	-	-
Classe de sol (GTR)		A_3	A_3ts	A_3	Non	Non
Réutilisation		-	-	-	-	-

Tableau V-5 : *résultats prélevés du sondage carotté N°3* ***(interprétation et classification)***

IV-4. ANALYSES CHIMIQUES :

Les résultats des analyses chimiques sommaires effectuées sur quelques échantillons de sols ont révélé que ces derniers sont non agressifs avec un pourcentage en carbonates ($caco_3$) ne dépassant pas les 39 %.

Alors le risque d'agressivité du sol vis-à-vis des fondations des ouvrages d'art et dalots est à écarter.

V. LES TALUS :

a) Introduction :

Les glissements de terrain se produisent dans des circonstances très variées. Ils affectent des ouvrages construits par l'homme ou des pentes naturelles.

En géotechnique routière, on vérifie la stabilité des talus, dans le cas où les risques de glissement de sol existent.

b) Causes de rupture des pentes :

Fondamentalement, il y a rupture lorsque les contraintes de cisaillement appliquées sont supérieures à la résistance au cisaillement :

- augmentation de la contrainte de cisaillement = *f* (gravité).
- rendre la pente plus abrupte.
- augmentation de la hauteur d'une pente.
- enlever du sol au pied de la pente.
- ajouter une charge au sommet.
- augmentation de la pression d'eau dans les fissures de traction.
- augmentation de γ par saturation.
- séisme ou charge dynamique.
- diminution de la résistance au cisaillement.
- rupture progressive – fluage.

c) Vérification de la stabilité :

La vérification de la stabilité des talus passe par la vérification de l'équilibre des forces présentées dans un talus :

- La force motrice : le poids du sol stabilisant
- La force déstabilisatrice : la somme des forces de résistance au glissement du sol selon un plan de glissement défini.

L'analyse de la stabilité des talus de déblais et remblais, doit être faite moyennant le logiciel TALREN 4 dont le principe de base est la modélisation de la coupe géotechnique, en intégrant les données d'ordre pluridisciplinaire (topographique, géologique, hydrogéologique et géotechnique).

NB : la non maitrise de ce logiciel ne nous a pas permis d'effectuer cette application, et par conséquent nous ne pouvons pas se prononcer sur l'état des talus, néanmoins, nous préconisons quelque solutions en cas de l'instabilité.

➢ ***RECOMMANDATIONS :***

- Un fossé de crête du talus de déblai en béton, qui va recevoir toutes les eaux amont du déblai.
- Des descentes d'eau au droit du talus, celles-ci seront acheminées vers les semi-buses à l'endroit de la berme, et vers le fossé en aval du talus de déblai.

Les descentes d'eau seront espacées de 25 m.

- Un revêtement des parois de talus moyennant l'implantation d'arbustes.
- Pour les remblais de plus de 10 m de hauteur, des bermes de 3,00 m de largeur, seront requises chaque 8 m de hauteur.

Si le confortement des talus s'avère nécessaire, il peut se faire moyennant soit les **rangées de pieux, cloutage** et **plaquage trapézoïdaux en béton**, ou une combinaison des deux procédés.

VI. CARATERISTIQUE DES MATERIAUX DU GITE D'EMPRUNT :

Le présent rapport révèle les résultats de la prospection des gîtes à matériaux pour répondre au besoin du projet d'aménagement de la CW128 en axe Autoroutier sur un linéaire de 5.3 kms.

La campagne de reconnaissance menée aux alentours du tracé du projet, a permis de mettre en évidence plusieurs zones d'emprunt.

Le gîte proposé se trouve à environ 4 à 6 kms du tracé du coté de d'Ath Aissa Mimoun, il est situé sur le versant du massif de Belloua au Nord-Est du tracé.

A noter que le gîte proposé est en cours d'exploitation pour la réalisation des projets structuraux dans la wilaya de Tizi Ouzou.

Il présente un potentiel important constitué de Schiste argileux altéré et de Schiste dur.

Les résultats des essais au laboratoire montrent que ces matériaux peuvent être classés en C1B41h et R33 selon la classification GTR, ils comportent des fines et des gros éléments. Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique, ils sont très sujets au matelassage mais ne posent pas de problème vis-à-vis de la stabilité des ouvrages car les pressions interstitielles se dissipent très rapidement.

Ces sols sont acceptables pour une éventuelle utilisation en remblai en période sèche ou peu humide selon les conditions du GTR.

CHAPITRE V :

DIMENTIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

UMMTO

I. INTRODUCTION :

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial, celle ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

En effet, la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long.

Une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,…etc.

I-1. DEFINITION :

C'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges. Généralement une chaussée est constituée en ordre par les trois couches suivantes :

A. COUCHE DE SURFACE :

Elle est en contact direct avec la charge extérieure, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison. La première est destinée à encaisser les efforts de cisaillement et à imperméabiliser la surface, pendant la deuxième a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures.

B. CORPS DE CHAUSSEE :

Il est constitué de deux couches ; couche de base et couche de fondation, il reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales.

C. COUCHE DE FORME :

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support tel qu'aplanir la surface et améliorer la portance.

REMARQUE :

En effet, éventuellement, une couche drainante ou anti-contaminante peut être intercalée entre la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle **sous-couche.**

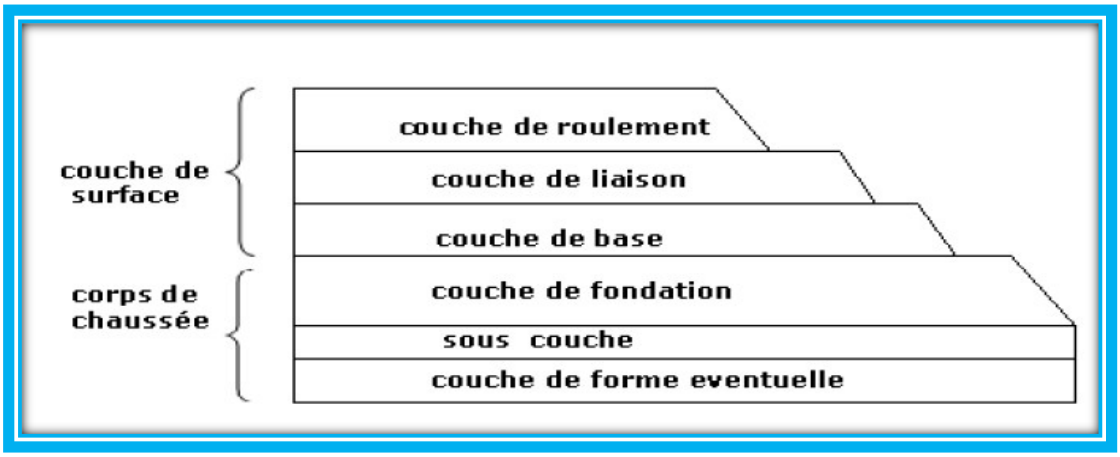


Fig VI-1 : *Coupe type d'une chaussée*

II. DIMENSIONNEMENT ET METHODE DE DIMENSIONNEMENT :

Il existe deux branches d'étude de dimensionnement des chaussées, la première est basée sur l'étude théorique du comportement des chaussées et la seconde, dite empirique est fondée sur des études expérimentales sur le comportement et la performance des chaussées.

Dans toute l'étude qui suit on s'intéressera qu'aux méthodes empiriques qui sont les plus utilisées.

II-1. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES (C.T.T.P):

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu.

L'utilisation du catalogue de dimensionnement fait appel à certains paramètres tel que : matériaux, sol support et environnement.

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

II-2. TYPE DE CHAUSSEE :

Il existe trois types de chaussée : Chaussée rigide, Chaussée semi - rigide et Chaussée souple. Ce dernier constitue l'immense majorité des routes actuelles dans notre pays, elles sont composées en couche de base et en couche de fondation de graves roulées ou concassées stabilisées mécaniquement. Elles sont revêtues d'un enrobé à chaud (béton bitumineux) en monocouche ou bicouche.

En effet pour des raisons économiques, tel que la rareté des liants hydrauliques (ciment) ainsi que le manque de technicité nous avons opté pour une chaussée souple.

La figure ci-dessous récapitule les constituants des différentes chaussées :

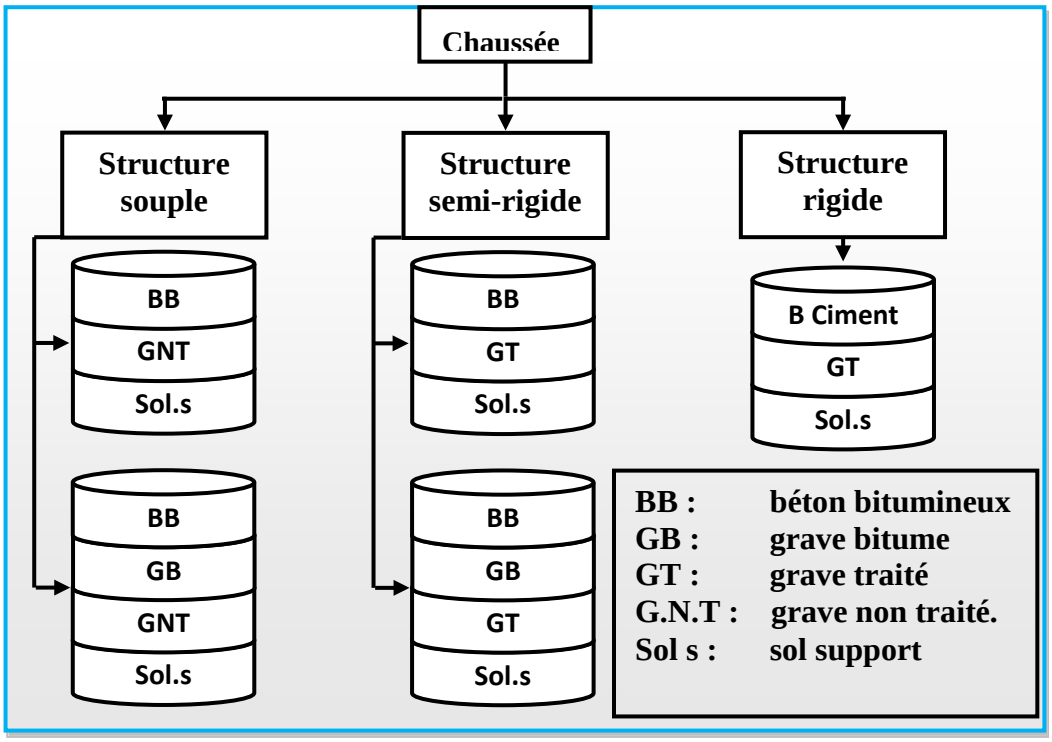


Fig VI-2 : *Schéma récapitulatif*

III. LES FACTEURS DETERMINANTS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEES :

III-1. TRAFIC :

A. DETERMINATION DU TYPE DE RESEAU :

Les réseaux routiers dans la méthode du catalogue sont scindés en deux classes en fonction de l'importance du trafic ; Réseau principal 1 et Réseau principal 2.

⟹ On a un TJMA = 9630 v /j > 1500 v/j donc nous avons un réseau principal 1 ***(RP1).***

B. DETERMINATION DE LA CLASSE DU TRAFIC TPL_i :

Il existe sept (07) classes de trafic selon le catalogue.

TPLi est déterminé à partir du trafic de poids lourds PL par jour par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

- ✓ On a un TJMA à l'année mise en service : $TJMA_{2015}$ = 9630 v / j.
- ✓ On adopte une valeur de 80 % du trafic PL empruntant la voie lente de droite.

$$TPL = 9630 \times 0{,}35 \times 0{,}80 = 2696 \text{ v/j}$$

⟹ Donc d'après le catalogue notre trafic poids lourd est classé en TPL_6 .

III-2. LE SOL SUPPORT :

Les structures de chaussées reposent sur la « plate-forme support de chaussée » constituées du sol naturel terrassé ou éventuellement surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Le catalogue de dimensionnement a divisé les classes de portance des sols par ordre croissant de S_4 à S_0.

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de **CBR= 5** (notre sol est de faible portance), donc la portance du sol support est de **S3**.On doit prévoir une couche de forme.

❖ AMELIORATION DE LA PORTANCE DU SOL SUPPORT :

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support.

En tenant compte de la portance visée, de la nature du matériau utilisé et du mode de sa mise en place (nombre de couches), nous avons les résultats suivant :

Portance de sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF Ecf	Portance visée
S3	Matériau Non traité	40cm (2couches)	S2

Tableau VI-1 :

NB : Nous avons choisi le matériau non traité pour des raisons économiques.

III-3. L'ENVIRONNEMENT :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations.

Les données directement utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent à l'état hydrique du sol qui est pris en compte à travers la portance du sol support.

Les caractéristiques de notre projet :

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Région
I	> 600	Très humide	Nord

Tableau VI-2 :

III-4. MATERIAUX :

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

On utilise des matériaux traités aux Bitume (MTB) et nous adopterons une structure **GB/GB.**

IV. CONCLUSION :

D'après le catalogue des structures on trouve la structure suivante :

- ✓ **8cm** : couche de roulement en **(B.B)**: béton bitumineux.
- ✓ **12 cm** : couche de base en **(G.B):** grave bitume.
- ✓ **1 3 cm** : couche de base en **(G.B):** grave bitume.

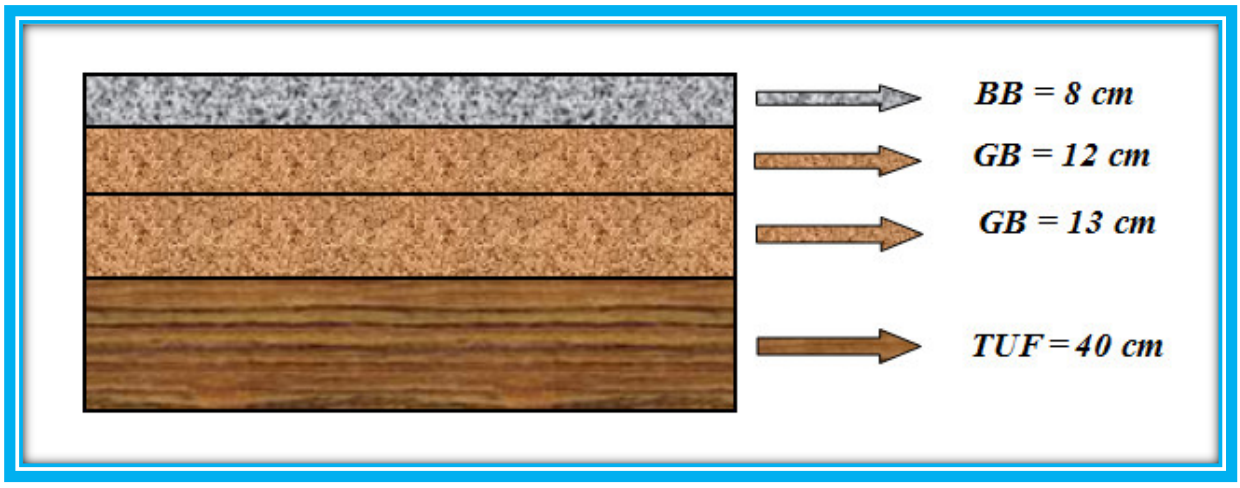


Fig VI-3 : *structure du corps de chassée*

V. VERIFICATION A LA FATIGUE DES STRUCTURES ET DE LA DEFORMATION DU SOL SUPPORT :

V-1. CALCUL THEORIQUE :

Il faudra vérifier que ε_t et ε_z calculées à l'aide d'**alizé III**, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement à $\varepsilon_{t,adm}$ et $\varepsilon_{z,adm}$.

- $\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6$ (10°C,25Hz).kne.kθ.kr.kc

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6\,(10°C,25Hz)\ x(TCEi/10^6)^b\ x\ \sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta_{eq})}}\ x\ 10^{-tb\delta}\,xKc$$

- $\varepsilon_{z,adm} = 22\ x\ 10^{-3}\ x\ (TCEi)^{-0.235}$

a) CALCUL DU TRAFIC CUMULE DE PL (TCi):

Le TCi est le trafic cumulé de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie).il est donnée par la formule suivante :

$$TCi = TPLi\ x\ 365\ x\ \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Avec :

- i : taux d'accroissement géométrique pris égal à 0.04 dans le calcul de dimensionnement.
- n : durée de vie considérée (20 ans)
- TPLi : classe du trafic (2696 pl/j/s)

➢ On a: $TCi = 2696\ x\ 365\ x\ \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} =$ **$2,94 \times 10^7$ PL/j/s**

b) CALCUL DU TRAFIC CUMULE EQUIVALENT (TCEi) :

C'est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

Le calcul de TCEi qui fait intervenir l'agressivité A des PL.est donné par la formule :

$$TCEi = TCi\ x\ A$$

Avec :

*A : coefficient d'agressivité des PL par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes, il est donné dans le tableau ci-dessous en fonction de i et n.

Niveau de réseau principal (RP1)	*Types de matériaux et structures*	*Valeurs de A*
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume :GB/GB	**0,6**

Tableau VI-3 : *valeur de A*

$TCE_i = TC_i \times A = 2,94 \times 10^7 \times 0.6 =$ ***1,764 x 10^7 PL/j/s***

c) CHOIX DES TEMPERATURES EQUIVALENTES :

	Zone climatique		
Température équivalente θ_{eq} (C°)	I et II	III	IV
	20	25	30

Tableau VI-4 : *valeurs de la température en fonction de la zone climatique*

Notre projet se situe dans la zone climatique I donc la température équivalente **θ_{eq} = 20 C°.**

d) PERFORMANCES MECANIQUES DES MATERIAUX BITUMINEUX :

Matériau (MTB)	E(30°C,10Hz) Mpa	E(25°C,10Hz) Mpa	E(20°C,10Hz) Mpa	E(10°C,10Hz) Mpa	$\varepsilon_{6\,(10°,25Hz)}$ 10^{-6}	-1/b	SN	SH 5(cm)	υ	Kc Calage
BB	**2500**	**3500**	**4000**	**.**	**.**	**.**	**.**	**.**	**0,35**	**.**
GB	**3500**	**5500**	***7000***	**12500**	**100**	**6,84**	**0,45**	**3**	**0,35**	**1,3**

Tableau VI-5 : *Performances mécaniques des matériaux bitumineux*

D'après ce tableau et avec **θ_{eq}= 20 C° on a : E (20° ,10H$_Z$) = 7000 MPa.**

e) RISQUE DE CALCUL r % :

Les risques de calcul **(r %)**adoptés dans le dimensionnement des structures, qui sont fonction du trafic et du niveau de réseau principal.

D'après le catalogue et pour la structure GB/GB et une classe de trafic TPL_6 on a le risque adopté **r % = 5 %.**

f) *FRACTILE DE LA LOI NORMALE t=f(r %) :*

Le fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté r %.

D'après le catalogue et pour un risque **r % = 5 %** on a **t= - 1,645.**

✓ *RECAPITULATIF DES RESULTATS :*

Alors d'après catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et les tableaux ci-dessus ont résumé les paramètres suivants :

- θ_{eq} = température équivalente **(θ_{eq} = 20c°) => E (20° ,10Hz)=7000** MPa.
- Classe de trafic **(TPL_6)**.
- Risque adopté pour réseau RP_1 **(R%=5)**.
- C : coefficient égal **0.02.**
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté **(t = - 1,645)**.

❖ *APPLICATION NUMERIQUE :*

❖ *Calcul de δ : f (dispersion) :*

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

$$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + (\frac{0.02}{-0.146} 3)^2} \qquad d'où : \delta = 0.609$$

❖ *Déformations admissibles verticales :*

$$\varepsilon_{z,adm} = 22\times 10^{-3}\times (TCE_i)^{-0.235} = 22\times 10^{-3}\times (\mathbf{2,\ 94\ x\ 10^7})^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{z,adm} = \mathbf{3,86688\times 10^{-4}}$$

❖ *Déformations admissibles de traction :*

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6\,(10°c,\ 25hZ) \times (TCE_i / 10^6)^{\,b} \times \sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta eq)}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 100\times 10^{-6}\times (2.94\times 10^7 / 10^6)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(0.842\times 0.609\times 0.146)} \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = \mathbf{1,24908\times 10^{-4}}$$

V-2. CALCUL PAR LE LOGICIEL ALIZE :

Définition : ALIZE est un logiciel de dimensionnement du corps de chaussée, il met en œuvre la méthode rationnelle du dimensionnement d'une structure de chaussée, il a été développé par le LCPC et le SETRA.

Le calcul est donné par la figure ci-dessous :

- 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 µdéf ; déflexions en mm/100

Tableau 1 (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= 0.080 m E= 4000.0 MPa	0.000m	105.4	0.772	-62.7	0.658
nu= 0.350	0.080m	29.2	0.350	42.6	0.516
			collé (z=0.080m)		
h= 0.120 m E= 7000.0 MPa	0.080m	29.2	0.591	8.2	0.516
nu= 0.350	0.200m	-137.5	-1.320	132.4	0.067
			collé (z=0.200m)		
h= 0.130 m E= 625.0 MPa	0.200m	-137.5	-0.090	193.3	0.067
nu= 0.350	0.330m	-251.2	-0.217	257.8	0.019
			collé (z=0.330m)		
h infini E= 25.0 MPa nu= 0.350	0.330m	-251.2	0.001	714.5	0.019

Fig VI-4 : *Le calcul effectué par Alizé.*

D'après le tableau ci-dessous les déformations calculées par ALIZE III sont :

$\varepsilon_z = 0{,}7145 \times 10^{-4}$ et $\varepsilon_t = 0{,}1375 \times 10^{-4}$

V-3. COMPARAISON DES RESULTATS :

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE III
$\varepsilon_{z,adm} = 3{,}86688 \times 10^{-4}$	$\varepsilon_z = 0{,}7145 \times 10^{-4}$
$\varepsilon_{t,adm} = 1{,}24908 \times 10^{-4}$	$\varepsilon_t = 0{,}1375 \times 10^{-4}$

D'après le tableau ci-dessous on constate que :

$$\begin{cases} \varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm} \\ \varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm} \end{cases} \Longrightarrow \textbf{Vérifié}$$

V-5. CONCLUSION :

L'utilisation du logiciel ALIZE III en guise de vérification a démontré que la structure dimensionnée précédemment est vérifiée.

VI. DIMENSIONNEMENT DE RENFORCEMENT :

Etant donné que nous avons récupéré la chaussée existante sur un linéaire de 1700 m et sachant que cette dernière a fait l'objet d'une évaluation pour statuer sur son éventuelle réutilisation, en effet, les services techniques de la DTP ont procédé à une expertise où il a été approuvé son aptitude à être intégrer dans la nouvelle structure.

Toutefois nous devons prévoir d'ajouter des couches pour reprofiler et harmoniser les pentes transversales et améliorer le niveau de service de la route.

VI-1. DEFINITION DU RENFORCEMENT :

Le renforcement d'une chaussée consiste à ajouter à sa partie supérieure une ou plusieurs couches de matériaux de telle sorte que l'ensemble (chaussée ancienne + renforcement) présente une structure convenable pour un bon comportement de la chaussée sous le trafic considéré.

VI-2. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE EXISTANTE :

Après avoir consulté le rapport de l'expertise faite sur le CW128, la chaussée existante est structurée comme suit :

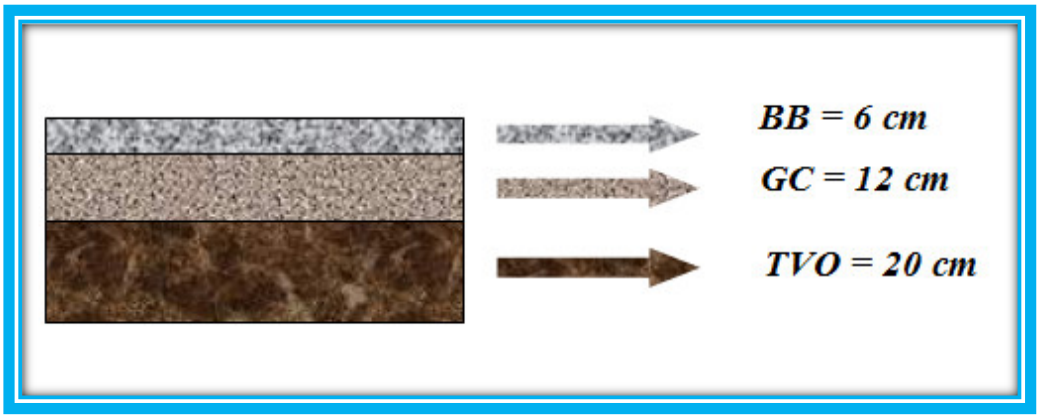


Fig VI-4 : *Structure de la chaussée*

VI-3. STRUCTURE DU RENFORCEMENT :

La chaussée existante sera gardée comme couche de base sur laquelle on réalisera une couche en Grave Bitume (GB) pour reprofiler la chaussée et une couche en béton bitumineux (BB).

L'épaisseur de la couche de roulement (BB) à adopter sera équivalente à celle de la nouvelle structure. Donc elle aura une épaisseur de 8 cm.

CHAPITRE VI :

CUBATURES ET TERRASSEMNTS

UMMTO

I. LES CUBATURES :

I-1.INTRODUCTION :

La réalisation d'une infrastructure routière nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet.

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

Pour maîtriser tout ces mouvements des terres, 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).

I-2.DEFINITION :

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

Les éléments qui permettent de définir cette évolution sont :

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

Autrement dit, c'est le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le métré des travaux. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

I-3.METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures (sarraus, gulden et la méthode linéaire…etc.), pour notre projet on utilise la méthode de ***GULDEN***.

❖ *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.

I-4.CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

La méthode choisie pour le calcul est celle de **GULDEN** et il a été effectué à l'aide du logiciel piste 5 :

- **Le volume de déblais est de : VD = 734 757 m^3**
- **Le volume de remblais est de : VR =124 255 m^3**

II. LES TERRASSEMENTS ROUTIERS :

II-1.DEFINITION :

Terrasser, c'est extraire, transporter et éventuellement utiliser un sol naturel en vue de construire un ouvrage (tranchée, remblai, … etc.).

On distingue dans l'exécution des terrassements trois phases essentielles :

- ✓ l'extraction.
- ✓ le transport.
- ✓ la mise en remblai ou en dépôt (qu'il nous arrivera de découper en plusieurs parties).

II-2.LE DEBLAIMENT :

Il consiste à extraire les terres avec des engins mécaniques selon la profondeur donnée par le topographe. Le déblai peut être utilisé comme remblais, s'il est consistant et s'il répond aux normes techniques.

➔ *EXTRACTION DES DEBLAIS :*

Les moyens d'extraction des déblais sont tributaires de la nature géologique et des caractéristiques mécaniques des sols en place, et sachant que notre sol est une marne (sols meubles) donc nous préconisons d'utiliser des pelles et défonceuses.

II-3.LE REMBLAIMENT :

• *DESCRIPTION :*

Les remblais occupent un volume de **124 255** m^3, soit ***17*** % du volume total déblai, la hauteur la plus importante à l'axe du tracé est de 11.14 m, elle est enregistrée au PK 2+ 657.

• *ASSISE DES REMBLAIS :*

Avant la mise en place des remblais, on procédera d'abord au décapage de la terre végétale sur une épaisseur moyenne de 0.5 m, elle sera mise en dépôt provisoire pour servir de revêtement des talus de remblais et déblais.

➔ *REEMPLOI :*

Le réemploi des matériaux en remblai, doit se conformer aux règles du Guide des Terrassements Routiers(GTR), plus particulièrement en ce qui concerne l'état hydrique des sols. La marne à forte plasticité (très sensible à l'eau), recensée au long du tracé est non exploitable en remblais, car sa réutilisable nécessite un traitement à la **chaux** selon le guide GTR. Dans notre cas le sol déblayé n'est pas consistant, il est nécessaire de ramener un matériau de substitution d'un gîte d'emprunt.

NB : les caractéristiques des matériaux d'emprunt ont été abordées dans le chapitre **étude géotechnique**.

II-4. LA NOTION D'EQUILIBRE DEBLAI-REMBLAI :

Dans toute la première période, le terrassement était dominé par la nécessité de diminuer au maximum le mouvement des terres, c'est-à-dire de transporter le moins possible de terres est le plus proche possible. Des méthodes d'études de projet s'étaient alors instaurées qui permettaient cette minimisation (épure de lalanne).

Par ailleurs, comme le transport de terre du déblai à un lieu de dépôt ou d'un lieu d'emprunt vers un remblai, consommait du transport, il paraissait intéressant d'obtenir un parfait équilibre des déblais et des remblais, c'est-à-dire le volume des déblais était égal au volume des remblais. Bien entendu, plus cet équilibre est obtenu dans une courte section moins les distances de transport étaient grandes.

CHAPITRE VII :

ETUDE HYDROLOGIQUE

UNIMTO

I. INTRODUCTION :

La route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et réciproquement, celui-ci peut générer des dommages à la route.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer rapidement toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire : l'assèchement de la surface de circulation par des fossés, caniveaux, etc.…

En effet l'eau influe considérablement sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance du sol de fondation et ce par infiltration sur les côtés dans le corps de chaussée ou par remontées capillaires en provenance de la nappe phréatique.

L'étude hydraulique, nécessite une parfaite connaissance des données climatiques et pluviales pour la détermination d'ouvrages adéquats et le dimensionnement de ces derniers.

II. DONNEES PLUVIOMETRIQUES:

Les caractéristiques de la pluie interviennent dans l'estimation des débits d'apport provenant du bassin versant.

La région de **TIZI OUZOU** est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche avec une saison froide, humide et pluvieuse.

Les pluies sont importantes en automne et en hiver, elles tombent d'octobre à Mai avec un maximum en Novembre et un autre en Février.

D'après les informations récoltées au niveau local, les données pluviométriques se rapportant à la région de Tizi-Ouzou sont :

- ✓ La pluie journalière moyenne : **Pj moy = 60.35mm.**
- ✓ Le coefficient de variation : **CV = 0.38.**
- ✓ L'exposant climatique : **b = 0,37.**

III. QUELQUES DEFINITIONS :

a) ***Bassin versant :*** Surface naturelle telle que toute l'eau reçue sur sa surface s'écoule vers un point unique : l'exutoire du bassin versant.

b) ***Caniveau :*** Famille d'ouvrages de collecte et de transport longitudinal des eaux de ruissellement de la route.

c) ***Dalot :*** Ouvrage hydraulique enterré de section rectangulaire préfabriqué ou coulé en place et à forte capacité.

d) ***Buse :*** Ouvrage hydraulique en béton utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels.

IV. CALCUL HYDRAULIQUE :

❖ PREAMBULE :

Dans ce chapitre nous aurons à prévoir et à dimensionner des ouvrages adéquats pour assurer le rétablissement des écoulements naturels, la collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route.

Pour ce qui est de la collecte et l'évacuation des eaux internes c'est-à-dire le drainage il n'est pas forcément nécessaire dans tous les projets neufs. La prévision ou non du drainage dépend essentiellement du contexte hydrogéologique et hydrologique du site ainsi que de la qualité des matériaux…..

Mais préalablement, une analyse rigoureuse et des investigations poussées devront être menées avec des spécialistes, et faute de quoi nous n'aurons pas à étudier dans notre démarche ce volet d'assainissement.

IV-1. LA PLUIE JOURNALIERE MAXIMALE ANNUELLE PJ :

$$Pj = \frac{Pjmoy}{\sqrt{C_V^2 + 1}} \times e^{(u\sqrt{\ln(c_v^2+1)})}$$

N.B :

- ✓ Les buses et Les fossés seront dimensionnés pour une période de retour ***10 ans***. Donc la variable de Gauss **U=1.28**.
- ✓ Les dalots seront dimensionnés pour une période de retour ***50 ans.*** Donc la variable de Gauss **U=2.057.**

A. FREQUENCE D'AVERSE Pj (10%):

$$Pj(10\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{\left(1.28\sqrt{\ln(0.38^2+1)}\right)} = 90.34\ mm$$

- ***L'INTENSITE DE L'AVERSE*** $\mathbf{I_t}$ ***:***

$$\boldsymbol{It = I \times (\frac{t}{24})^{b-1}}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{Pj(10\%)}{24} = \left\lceil \frac{90.34}{24} \right\rceil = 3,76mm/h}$$

Donc l'intensité de la pluie est :

$$It = 3{,}76 \left\lceil \frac{0{,}25}{24} \right\rceil^{0,37-1} = \mathbf{66,68mm/h}$$

B. *FREQUENCE D'AVERSE Pj (2%) :*

$$Pj(2\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2+1}} \times e^{\left(2{,}057\sqrt{\ln(0.38^2+1)}\right)} = 120{,}08\ mm$$

- ***L'INTENSITE DE L'AVERSE It :***

$$It = I \times (\frac{t}{24})^{b-1}$$

$$I = \frac{Pj(2\%)}{24} = \frac{120{,}08}{24} = 5\ mm/h$$

Donc l'intensité de la pluie est :

$$It = 5\ (\frac{0{,}25}{24})^{0{,}37-1} = 88{,}67 mm/h$$

IV.2-CALCULS DES DEBITS :

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

$$\mathbf{Q_a = K.C.I.A}$$

Avec :

- **K** : coefficient de concentration **K = 0.2778.**
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **I**: l'intensité de l'averse exprimée **mm /h**

❖ *SURFACE DE L'ECOULEMENT :*

On considère la présence des trois éléments (chaussée, talus et bassin versant), en calculant le débit rapporté par chaque élément et le débit total sur leurs sections respectives.

Une largeur de talus a été prise défavorable égale **(10m).**

Les linéaires des 3 exemples de calcul sont : * **1480 m** pour le bassin **BV N°6.**

* **1200 m** pour le bassin **BV N°1.**

*** 314 m** pour le bassin **BV N°2.**

Donc : **$Q_a = Q_c + Q_t + Q_{BV}$**

Avec :

- ✓ **$Q_c = K.\ I.\ Cc.\ Ac$**
- ✓ **$Q_t = K.\ I.\ Ct.\ At$**
- ✓ **$Q_{BV} = K.I.\ Ctn.\ A_{BV}$**

ET :

- **Qc** : débit rapporté par la chaussée.
- **Qt** : débit rapporté par le talus.
- $\mathbf{Q_{BV}}$ débit rapporté par le terrain naturel.

- ***Les coefficients de ruissellement:***
  - **Cc** : coefficient de ruissellement de la chaussée.
  - $\mathbf{C_{BV}}$: coefficient de ruissellement de terrain naturel.
  - $\mathbf{C_t}$: coefficient de ruissellement du talus.
- ***Les surfaces prises en considération :***
  - **Ac** : surface de la chaussée.
  - $\mathbf{A_T}$: surface du talus.
  - $\mathbf{A_{BV}}$: surface de bassin versant.

V. EXEMPLES DE DIMENSIONNEMENT :

Notre projet de linéaire de 5 288 m est au pied de (06) bassins versants dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

N° BV	Surface BV (Km^2)	Périmètre (Km)	Linéaire (Km)	Long (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Pente (%)	Débit (m^3/s)
01	0.203286	2.657	1.200	0.324	73	60	2.47	0.594
02	0.230064	2.007	0.314	0.695	98	78	2.87	0.678
03	0.710678	3.464	0.437	0.1130	220	89	11.60	1.809
04	0.208435	1.935	0.540	0.372	159	125	9.14	0.607
05	0.133748	1.450	0.268	0.424	159	114	10.61	0.403
06	0.388030	3.284	1.480	0.346	107	87	5.78	1.608

Tableau VII-1 : *caractéristiques des Bassins Versants*

V-1. *EXEMPLE DE CALCUL D'UN FOSSE (BASSIN VERSANT N° 2) :*

Vu la pente du profil en long dépassant les 3,5% prescris par les règlements on adaptera un fossé en béton pour parer aux problèmes d'érosion.

V-1-1. Calcul de surface :

❖ **surface de la chaussée :**

$A_C = 13 \times 314 = 4082\ m^2 = 0{,}4082 ha.$

❖ **surface du talus :**

$A_T = 10 \times 314 = 3140\ m^2 = 0{,}314\ ha.$

V-1-2. Calcul des débits d'apport (Qa) :

A. Pour la chaussée :

DONNEES :

*** C_C = 0.95 * P =2.5% * I (10%) =3.76 mm/h * A_C=0.4082ha**

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{0{,}4082}{2{,}5}} = 0{,}051ha$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 3{,}76(\frac{0{,}051}{24})^{0{,}37-1} = 181{,}53mm/h$$

$(Q_a)_C$ =K.C.I.A=2, 778.10^{-3} x0, 95x181, 53 x0, 4082=0,195m^3/s

$(Q_a)c$=0,195 m^3/s

B. Pour le talus:

DONNEES:

*** C = 0.25 * P =66% * I (10%) =3.76 mm/h * A_T=0,314ha**

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{0{,}314}{66}} = 0{,}008h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 3{,}76(\frac{0{,}008}{24})^{0{,}37-1} = 581{,}141mm/h$$

$(Q_a)_T$ = K.C.I.A = 2,778.10^{-3} x0, 25x581, 141 x0, 314 = 0,127m^3/s

$(Q_a)_T$=0,127 m^3/s

C. Débit du basin versant (n° 2) :

Le débit tiré du tableau suscité **:** **Q_{BV2} = 0.678 m^3/s**

⟹ Alors le débit d'apport (**Qa**) sera : **$Qa = Q_T + Q_C + Q_{BV}$**

Qa=0,127+0,195+0,678= 1,00 m^3/s

Qa= 1,00 m^3/s

V-1-3. Dimensionnement du fossé:

Le profil en travers hypothétique du fossé est donné dans la figure ci-dessous :

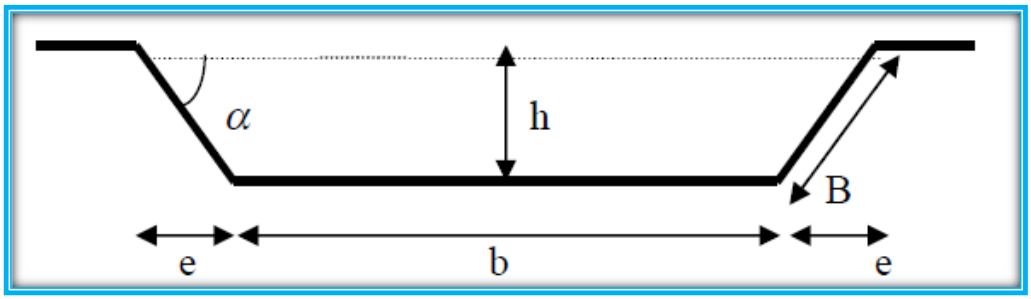


Fig VII-1:

Avec :

- ✓ S_m : surface mouillée : **Sm = h. (b + n.h)**
- ✓ P_m : périmètre mouillé : **Pm= b + 2 h.**$\sqrt{1 + n^2}$
- ✓ **Rh** : rayon hydraulique **: Rh = Sm /Pm**
- ✓ **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 =1/1.5)** d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h.

➢ **Calcul des dimensions des fossés :**

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

$$Qa = Qs = K.I.C.A = Kst.I^{1/2}\, S_m.R_h^{2/3}$$

Donc : $Qa = Qs = F(h)$ et le calcul se fera par itération.

V-1-4. Application numérique:

$$Qs = Qa = K.S_m.\, Rh^{2/3}.I^{1/2}$$

DONNEES: ***Qa= 1, 00 m^2/s** * **K = 70** *** I = 4%**

$$Qs = K.I^{1/2} \times h(nh + b) \times \left[\frac{h(nh+b)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}}\right]^{2/3}$$

⟹ Après calcul itératif on trouve ***H = 0.45 m.***

D'où les dimensions du fossé sont : ***B X H = 0.50 m X 0.45 m.***

VERIFICATION:

$$Qs = 70 \times 0{,}04^{1/2} \times 0{,}45(1{,}5 \times 0{,}45 + 0{,}50) \times \left[\frac{0{,}45(1{,}5\times 0{,}45+0{,}5)}{0{,}5+2\times 0{,}45(\sqrt{1+1{,}5^2})}\right]^{2/3}$$

Qs = 2,931m^3/s

Qs > Qa ⟶ c'est vérifié.

V-2. *EXEMPLE DE CALCUL D'UNE BUSE (BASSIN VERSANT N°1) :*

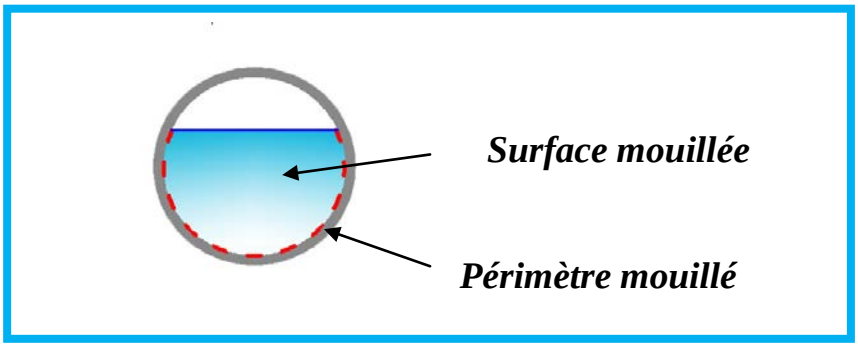


Fig VII-2 :

V-2-1. Calcul de surface :

❖ **surface de la chaussée :**

Ac = 13×1200 = 15600 m^2 =1,56 ha.

❖ **surface du talus :**

A_T =10×1200= 12000 m^2=1,2 ha.

V-2-2. Calcul des débits d'apport (Qa) :

A. Pour la chaussée :

DONNEES:

*** C = 0.95 * P =2.5% * I (10%) =3.76 mm/h * A=1.56 ha**

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{1{,}56}{2{,}5}} = 0{,}1ha$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 3{,}76(\frac{0{,}1}{24})^{0{,}37-1} = 118{,}773mm/h$$

$(Q_a)_C$ = K.C.I.A=2, 778.10^{-3} x0, 95x118, 773 x1, 56 = 0,489m^3/s

$(Q_a)_C$=0,489 m^3/s

B. Pour le talus:

DONNEES:

*** C = 0.25 * P =66% * I (10%) =3.76 mm/h * A=1.2 ha**

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{1{,}2}{66}} = 0{,}017ha$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 3{,}76(\frac{0{,}017}{24})^{0{,}37-1} = 362{,}69\ mm/h$$

$(Q_a)_T$=K.C.I.A=2,778.10^{-3} x0, 25x362, 69 x1,2 =0,302m^3/s.

$(Q_a)_T$=0,302 m^3/s

C. Débit du basin versant (n° 1) :

Le débit tiré du tableau suscité :

Q_{BV1} = 0.594 m^3/s

⟹ Alors le débit d'apport (**Qa**) sera : $Qa=Q_T+Q_C+Q_{BV}$

Qa=0,302+0,489+0,594 = 1,00 m^3/s

Qa= 1,385 m^3/s

V-2-3. Dimensionnement de la buse :

$$Qa = Qs = K.I.C.A = Kst.\ I^{1/2}.\ Sm\ .Rh^{2/3}$$

Avec :

- ✓ **Sm :** surface mouillée = $1/2 \times \pi \times R^2$
- ✓ **Rh** : rayon hydraulique **=R/2**
- ✓ **Kst** = **80** (pour les buses)
- ✓ **I :** la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à **4 m/s**. Pour notre cas ; On a **I = 2.5%**

$$R^{\frac{8}{3}} = \frac{Qa \times 2^{\frac{2}{3}}}{Ks \times \frac{1}{2} \times \pi \times I^{\frac{1}{2}}} = \frac{1,385 \times 2^{\frac{2}{3}}}{80 \times \frac{1}{2} \times 3,14 \times 0,025^{\frac{1}{2}}}$$

⟹ **R=0,438m** , Alors on aura : **D=2R= 0,876m**

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que : **Φ 400, Φ500, Φ 800, Φ1000, Φ1200, Φ 1500**…etc.

D'où le diamètre de la buse est : **Φ1000 mm**

V-3. EXEMPLE DE CALCUL D'UN DALOT (BASSIN VERSANT N°6):

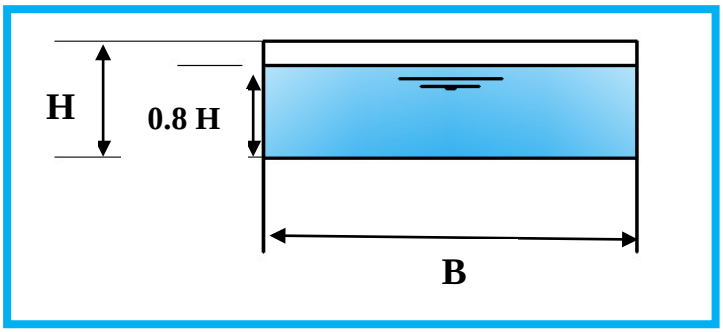


Fig VII-3 :

V-3-1. Calcul de surface :

❖ **surface de la chaussée :**

$A_C = 13 \times 1480 = 19240\ m^2 = 1,924$ ha.

❖ **surface du talus :**

$A_T = 10 \times 1480 = 14800\ m^2 = 1,48$ ha.

V-3-2. Calcul des débits d'apport (Qa) :

A. Pour la chaussée :

DONNEES :

*** C = 0.95 * P =2.5% * I (2%) =5 mm/h * A=1.924 ha**

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{1{,}924}{2{,}5}} = 0{,}111ha$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 5(\frac{0{,}111}{24})^{0{,}37-1} = 147{,}893mm/h$$

$(Q_a)_C$ = K.C.I.A = 2, 778.10^{-3} x0, 95x147, 893x1, 924 = 0,751m^3/s

$(Q_a)c$=0,751 m^3/s

B. Pour le talus:

DONNEES:

*** C = 0.25 * P =66% * I (2%) =5 mm/h * A=1.48 ha**

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{1{,}48}{66}} = 0{,}019ha$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 5(\frac{0{,}019}{24})^{0{,}37-1} = 449{,}66\ mm/h$$

$(Q_a)_T$=K.C.I.A=2,778.10^{-3} x0, 25x449, 66 x1, 48 =0,462m^3/s

$(Q_a)_T$=0,462 m^3/s

C. Débit du basin versant (6) :

Le débit tiré du tableau suscité **:** **Q_{BV6} = 1,608 m^3/s**

⇒ Alors le débit d'apport (**Qa**) sera : **$Qa=Q_T+Q_C+Q_{BV}$**

Qa=0,751+0,462+1,608 = 2,821$m^3/$

Qa= 2,821 m^3/s

V-3-1. Dimensionnement du dalot :

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

Dons notre projet, les dalots sont en béton armé, ce qui nous donne un coefficient de rugosité **Kst=70**.

$$\mathbf{Qa = Qs = K.I.C.A = Kst.I^{1/2}.Sm.Rh^{2/3}}$$

Avec:

- ✓ **Sm :** surface mouillée : **Sm = 0,8 H x B.**
- ✓ **Pm** : périmètre mouillé : **Pm =1,6H + B.**
- ✓ **Rh** : rayon hydraulique : $\boldsymbol{R_H = \frac{Sm}{Pm}}$
- ✓ **Kst** = **70** (pour les dalots).
- ✓ **I = 2.5%**

$$\boldsymbol{H = \frac{1}{0,8B}\left(\frac{Qa}{Kst.I^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{5}}(1,6H + B)^{\frac{2}{5}}}$$

On fixe **: B = 2m** ⟹ Et par calcul itératif : **on trouve H=1,5 m.**

Conclusion : Enfin notre dalot sera de dimensions : **H x B = 1,5 m x 2 m**

V-4. EXEMPLE DE CALCUL PONT :

Pour assurer la continuité d'**Oued Falli** qui coupe notre tracé au niveau de **PK 0+200** nous devons prévoir un pont.

Pour cela nous devons connaitre le débit d'oued à cette section, mais pour manque de carte topographique sur laquelle on peut délimiter son bassin versant et vu qu'il existe déjà un pont dans l'ancienne route sur la même section nous pouvons garder les dimensions de ce dernier (**L=30m, h = 5m**).Notons qu'en aucun cas, l'oued, n'a fait l'objet de débordement d'après les riverains et la DTP.

Donc on prévoit au niveau de pk 0+200 un pont de 30 m linéaire de hauteur de 5m pour franchir l'Oued Falli.

VI. CONCLUSION :

Les résultats complets de l'étude hydrologique sont illustrés dans les figures ci-dessous :

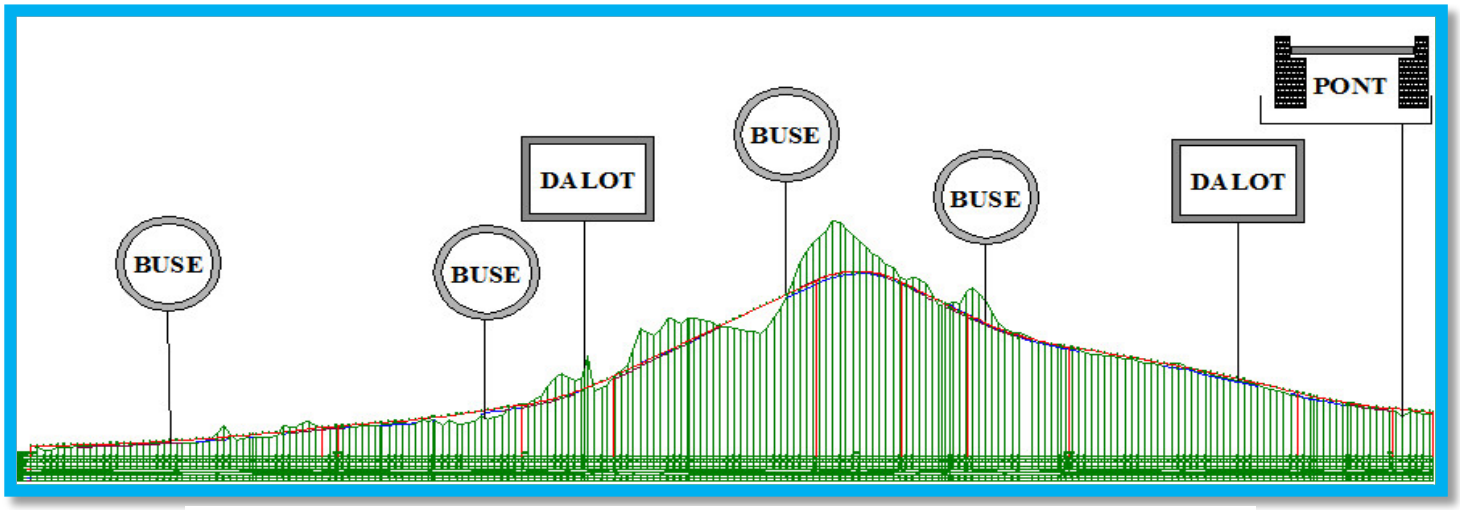


Fig VII-4 : *les ouvrages d'assainissement prévus pour notre projet*

Bassin versant	*Type d'ouvrage*	*Dimensions*	*Localisation*
01	Buse	**Φ 1000 mm**	PK 5+039
02	Buse	**Φ 1000 mm**	PK 3+463
03	Dalot	**1,2 m x 2 m**	PK 3+185
04	Buse	**Φ 1000 mm**	PK 2+481
05	Buse	**Φ 1000 mm**	PK 1+758
06	Dalot	**1,2 m x 2 m**	PK 0+538

Tableau VII-2 : *Localisation des ouvrages d'assainissement*

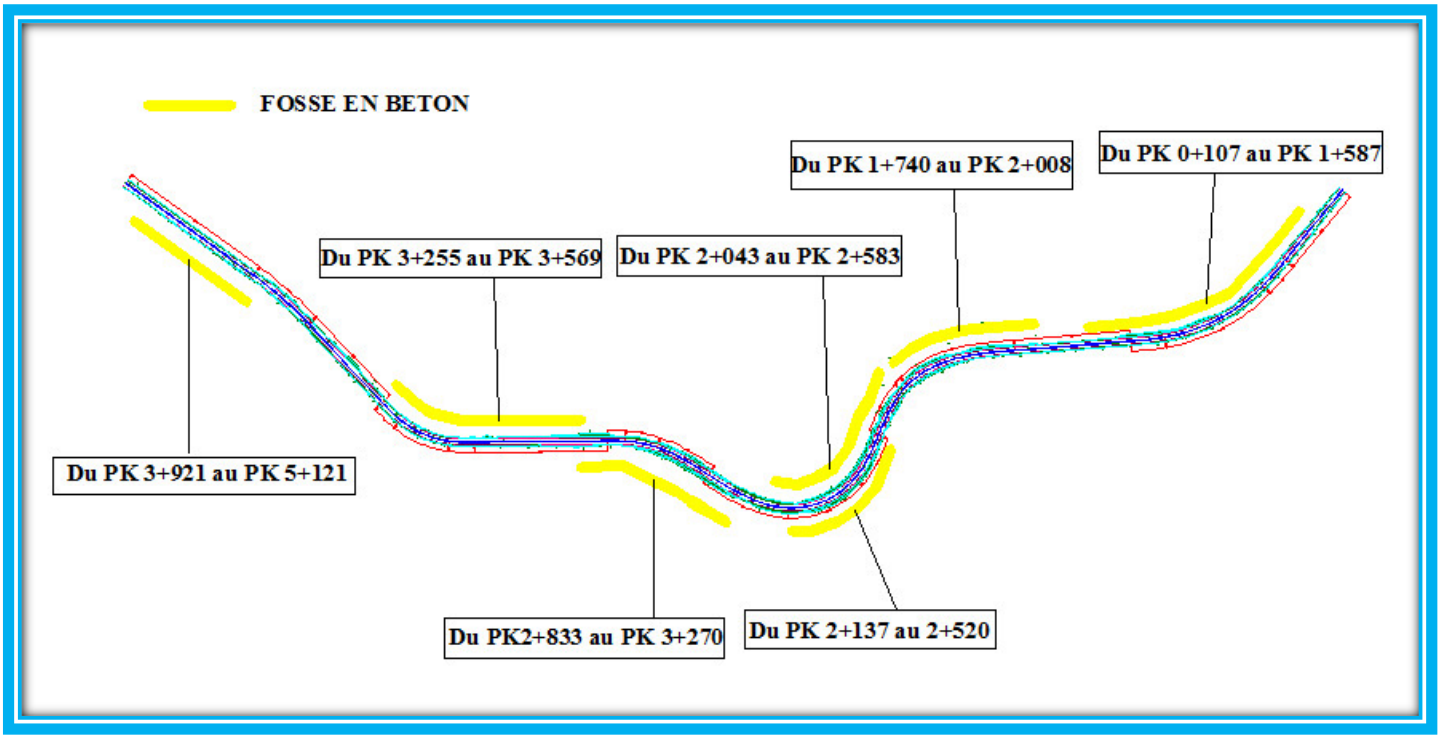


Fig VII-5 : *les fossés en béton projetés sur le tracé en plan*

CHAPITRE VIII :

CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

UMMTO

I. INTRODUCTION :

Un échangeur fait partie d'un réseau routier et c'est la solution appropriée pour résoudre un problème à un carrefour plan. Il assure les mouvements de circulation entre les routes.

Il permet également un écoulement libre et en sécurité de grands débits de circulation, en plus de raccorder toutes les routes qui se croisent.

II. DEFINITION D'UN ECHANGEUR:

Un ***échangeur autoroutier*** est un ensemble de bretelles routières permettant de s'engager sur une autoroute ou de la quitter, soit pour prendre une autre autoroute soit pour emprunter le réseau routier ordinaire. Il présente beaucoup d'avantages tels que la sécurité et le confort en assurant la continuité sans points d'arrêt ou de conflit.

Néanmoins, il présente aussi le seul inconvénient qui est d'ordre économique (investissement financier volumineux), c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour plan doit être justifiée.

III. LES DIFFERENTS TYPES D'ECHANGEURS :

En général on distingue deux types :

✓ Echangeur majeur :

L'échangeur majeur permet le raccordement entre une autoroute et une autre autoroute sans qu'il y ait de cisaillement, on distingue : **Trèfle complet et Bifurcation en (**Y).

✓ Echangeur mineur :

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », le raccordement se fait en **Demi-trèfle** qui comporte deux boucles et deux diagonales, c'est un carrefour à niveau sur la route secondaire. On distingue ; Trempette ou en T, Losange et Demi-trèfle.

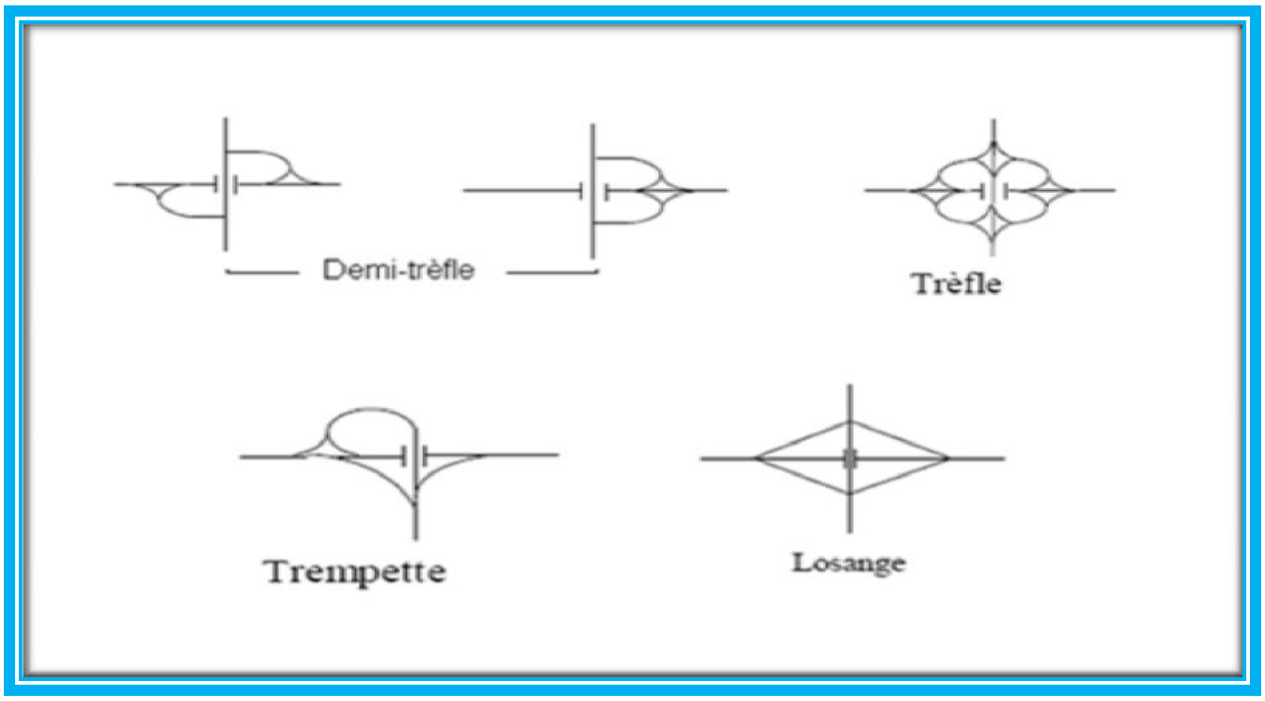


Fig VIII-1 : *Types d'échangeurs*

IV. *ANALYSE ET CHOIX DE L'ECHANGEUR* :

Le tracé de notre projet intercepte un chemin de Wilaya CW228 au PK 2+025, un rétablissement de communication s'avère indispensable, afin d'assurer tous les échanges entres ces deux routes.

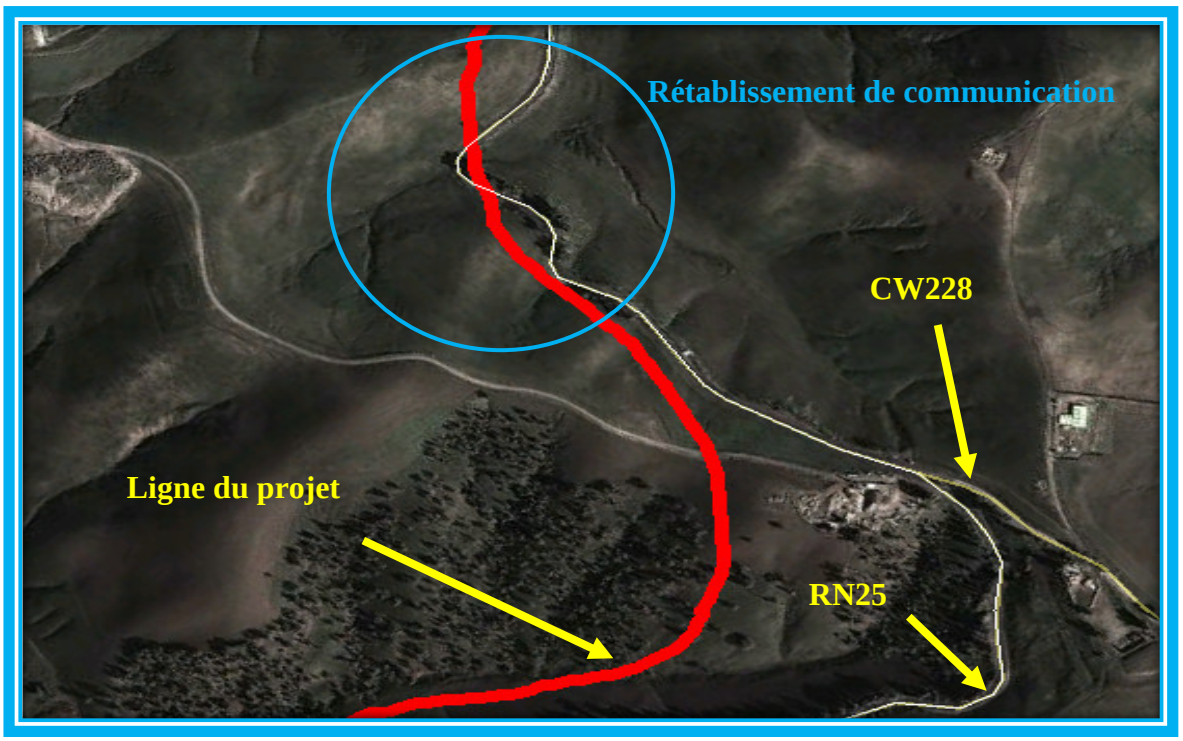


Fig VIII-2 : *Aperçu sur la zone d'intersection des deux routes*

A. ANALYSE :

- La route à raccorder avec notre projet est d'un trafic moyen. La CW228 génère un TMJA= 1800v/j et rappelons que le TJMA de la pénétrante est de 9360 v/j.

  Donc, on aura à faire avec un raccordement entre une route secondaire (CW228) et une route principale qui est la pénétrante.
- Les profils en travers des deux routes sont :
  - Le CW228 a un profil d'une voie bidirectionnelle de 7m.
  - La pénétrante a un profil de 2x 3 voies de 3,5 m avec un TPC de 2 m.
- Le croisement se fait avec trois branches et le trafic doit être distribué dans six directions.
- Vis-à-vis le relief nous avons constaté aussi que le site est accidenté et très varié au niveau de l'intersection des deux routes (pentes, et dépression naturelle,…) ce qui ne permet pas de concevoir un simple carrefour en plan.
- Les vitesses pratiquées sont respectivement 80 Km/h, 60 Km/h pour la pénétrante et la CW228.

❖ *CONCLUSION :*

Tous ces constats cités ci-dessus nous ont conduit pour un choix plus sécurisé et confortable qui est un échangeur en demi-trèfle qui va permettre :

- ✓ De fluidifier la circulation sur la route principale.
- ✓ D'éviter les points de conflit et d'arrêt

B. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR :

1. PARAMETRES PRINCIPAUX :

- **Vitesse sur les bretelles :**

D'après le B40 : pour les vitesses suivantes :

- la vitesse sur le CW228 est de Vr = 60 Km/h.
- la vitesse sur la pénétrante est de Vr = 80Km/h.

⇒ *On aura la vitesse sur les Bretelles (Vb) égale à* **40Km/h.**

- **Distance d'arrêt (Da) :** c'est la distance de perception/réaction + la distance de freinage.

$$Da = 2V+V2/2g\ (\gamma(v) +p)$$

Avec : - V en m/s

- γ(v) : décélération moyenne exprimée en fraction de g; elle dépend de V et est égale à la valeur base au fuseau national des CFL (10ième centile des mesures tout revêtement confondu).

- p : la déclivité, en valeur algébrique.

Pour les rayons R<5V, (V en Km/h et R rayon de la courbe en m) : la distance de freinage est majorée de 25%.

- **Distance de manœuvre de sortie (Dms) :** qui permet de définir également les changements de files en section courante.

$$Dms = 6.V\ (V \text{ en m/s})$$

- **Distance de visibilité sur marquage (Dvm) :**

$$Dvm = 3.V\ (V \text{ en m/s})$$

- **Distance de lecture (Lc) :** définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation (Lc=5V avec V en m/s).

Vitesse (km/h)	40
Vitesse (m/s)	11.11
Décélération moyenne γ (v)	0.46
Distance d'arrêt en palier da	37.5
Distance d'arrêt en courbe pour R<5V	41
Distance de manœuvre en sortie dms (et changement de file)	66.66
Distance de visibilité sur marquage dvm	33.33
Distance de lecture lc	55.55

Tableau VIII-1 :

2. TRACE EN PLAN DES RAMPES (BRETELLES, BOUCLES) :

Le tracé des rampes dépend toujours du tracé de la route à laquelle se raccordent, chaque rampe doit présenter une entrée et une sortie, et pour cela il faut bien déterminer leurs distances et prévoir des voies d'accélération ou de décélération.

❖ ***Selon le B40 :***

A. VOIE DE DECELERATION-ACCELERATION :

1. Voies d'insertion (d'accélération) :

Les voies d'insertion sont de type parallèle et comportent une voie d'accélération parallèle à la route principale et un biseau de raccordement.

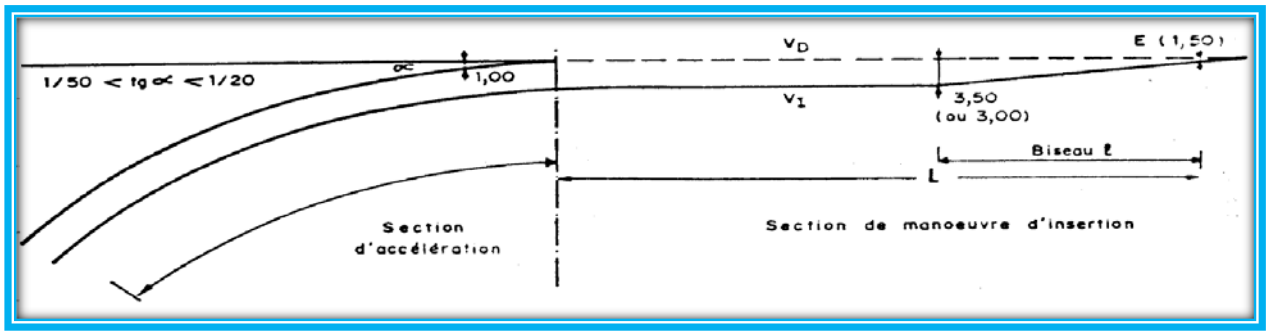


Fig VIII-3 :

➢ **Longueur de la voie d'insertion :**

Pour une vitesse de **80** Km/h, le règlement préconise une longueur d'insertion de **180** m dont un biseau de **50** m.

2. Voies de décélération :

La décélération des véhicules quittant la route principale se fait à l'aide des couloirs de décélération de type parallèle.

- *Voies de décélération de type parallèle :*

La voie de décélération de type parallèle comprend un sifflet de raccordement et une voie parallèle à la route principale, sa longueur est en fonction de la vitesse d'approche à vide.

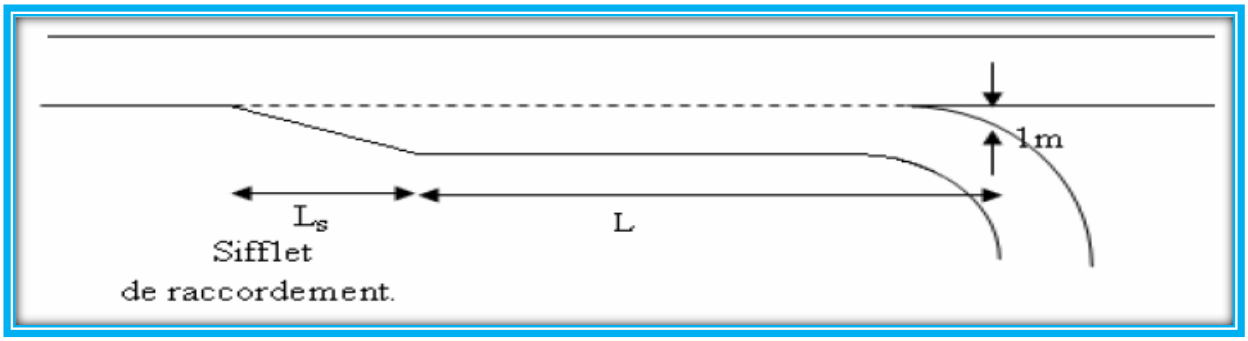


Fig VIII-4 :

➢ **Longueur de la voie de décélération de type parallèle :**

Pour une vitesse de 80 Km/h le règlement exige une longueur de 115 m avec un sifflet de 50m.

B. VALEURS LIMITES DES RAYONS DU TRACE EN PLAN:

Les normes (B40) sont résumées dans le tableau suivant **:**

PARAMETRES	*VALEUR*
V_B	40 Km/h
Rayon min. absolu RHm (7%)	40 m
Rayon min. normal RHn (5%)	125m
Rayon au dévers min RHd (2,5%)	250m
Rayon non déversé RHnd (-2,5%)	350m

Tableau VIII-2 :

✓ *Le rayon utilisé pour les boucles est de* **45 m.**

C. PROFIL EN LONG D'UNE BRETTELLE :

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont les suivantes :

VITESSE DE REFERENCE (Km/h)		**40**
Rayon en angle saillant (Rv1)	**Minimal absolu Rvm1**	500
	Minimal normal Rvn1	1500
Rayon en angle rentrant (Rv2)	**Minimal absolu Rvm2**	700
	Minimal normal Rvn2	1500
Déclivité maximale Imax (%)		7

Tableau VIII-3 :

V. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE NOTRE ECHANGEUR :

❖ BRETELLE N°01 :

Tracé en plan de la Bretelle n°1			
AXE n°1			
vitesse d'approche à vide	Va(Km/h)	60	80
Voie de décélération (sortie)	Longueur de raccordement (m)	/	120
	Longueur du sifflet (m)	/	50
Voie d'insertion (entrée)	Li (m)	50	/
Vitesse sur les bretelles	VB_1 (km /h)	40	
Rayon de la bretelle	R (m)	45	
AXE n°3			
vitesse d'approche à vide	Va(Km/h)	60	80
Voie de décélération (sortie)	Longueur de raccordement (m)	100	/
	Longueur du sifflet (m)	50	/
Voie d'insertion (entrée)	Li (m)	/	180
	Longueur du Biseau (m)	/	50
Vitesse sur les bretelles	VB_2 (km /h)	40	
Rayon sur la section d'accélération	Ra (m)	80	
Rayon sur la section décélération	Rd (m)	80	

Tableau VIII-4 :

❖ BRETELLE N°02 :

Tracé en plan de la Bretelle n°2			
AXE n°2			
vitesse d'approche à vide	Va(Km/h)	60	80
Voie d'insertion (entrée)	Li (m)	/	180
	Longueur du Biseau (m)	/	50
Vitesse sur les bretelles	VB_1 (km /h)	40	
Rayon de la bretelle	R (m)	45	
AXE n°4			
vitesse d'approche à vide	Va(Km/h)	60	80
Voie de décélération (sortie)	Longueur de raccordement (m)	/	150
	Longueur du sifflet (m)	/	50
Vitesse sur les bretelles	VB_2 (km /h)	40	
Rayon sur la section décélération	Rd (m)	80	

Tableau VIII-5 :

❖ *PROFIL EN LONG :*

PROFIL EN LONG		
Vitesse de référence (km /h)		40
rayon en angle saillant (m)	Rmax	3000
	Rmin	1500
Rayon angle rentrant (m)	Rmax	3000
	Rmin	500
Déclivité (m)	Dmax	5,56
	Dmin	0,50

Tableau VIII-5 :

❖ *PROFIL EN TRAVERS :*

On a des bretelles unidirectionnelles avec :

- ✓ **Berme :** 0,50 m.
- ✓ **Bande Dégagée Gauche (BDG) :** 0,50 m.
- ✓ **Chaussée :** 4,00 m.

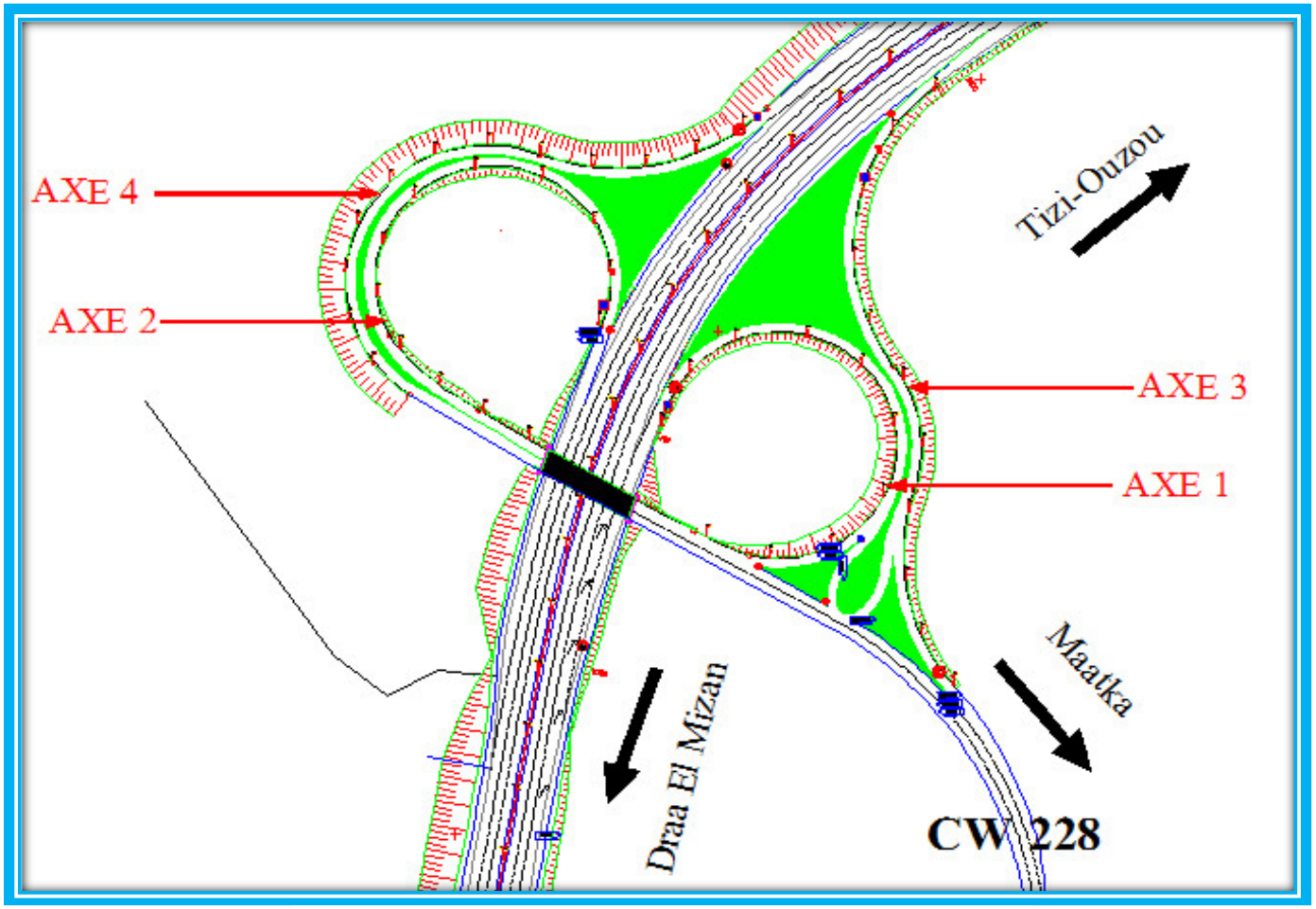


Fig VIII-3 : *tracé en plan de l'échangeur*

CHAPITRE IX :

ETUDE EN APS DU PONT DE L'ECHANGEUR

UMMTO

I. INTRODUCTION :

Notre démarche porte sur l'étude en phase Avant Projet Sommaire (APS) d'un ouvrage d'art (pont) au niveau du PK 2+025. Il permet au chemin de wilaya n° 228 de franchir la pénétrante autoroutière sur un biais de 14 grades.

A ce stade de la conception du pont, deux variantes seront proposées et pré dimensionnées. Par une analyse multicritère qualitative, une variante sera retenue pour une étude plus détaillée.

II. PRESENTATION DU PROJET :

II-1. LES DONNEES NATURELLES :

Les données naturelles relatives à l'environnement du pont, influent considérablement sur sa conception. Elles se constituent par :

a) la reconnaissance du site en effectuant des visites sur le terrain pour déterminer le type d'obstacle.

Pour notre cas, il s'agit d'un passage supérieur afin de franchir une pénétrante autoroutière ce qui nous donne une ouverture de 36 m et un gabarit de 5.25 m.

Enfin il est à noter que le dit projet se situe dans une zone rurale.

b) la reconnaissance géotechnique faite à partir d'une carte géologique et des sondages carottés ainsi pour connaitre le sol de fondation, il faut faire des sondages aux emplacements des appuis.

NB : ***ce volet n'a pas pu être traité en absence d'une compagne de sondages.***

II-2. LES DONNEES FONCTIONNELLES :

L'ouvrage s'inscrit dans le cadre de rétablissement de communication entre la CW 228 qui relie la localité de Mâatkas à l'actuelle CW 128.

D'après les renseignements recueillis in-situ et sur la base des données géométriques du tracé, l'ouvrage projeté sur cet axe présente les caractéristiques suivantes :

1. TRACE EN PLAN :

Le tracé en plan est la ligne définissant la géométrie de l'axe de la voie portée. En plan, nous pourrons distinguer que c'est un ouvrage droit exempt de toutes courbures, aussi il présente un biais modéré.

2. PROFIL EN LONG :

Longitudinalement, le tracé de la voie portée qui est une route bidirectionnelle, présente une pente de 2 %.

3. PROFIL EN TRAVERS :

Le profil en travers de la voie portée doit être soigneusement étudié car il serait très difficile de le modifier (par exemple, de l'élargir).

Le profil en travers de l'ouvrage est défini comme suit :

- ✓ Largeur roulable : Lr = 08 m.
- ✓ Largeur utile : Lu = 09 m.
- ✓ Largeur de trottoir : l = 1,2 m.

- ✓ Nombre de voies de circulations : N = 2 Voies.
- ✓ Profil en toit de 2,5%, et -2,5%.

DONC : On obtient un tablier de largeur = 11.4 m.

III. CHOIX ET TYPE D'OUVRAGE :

Nous tâcherons à choisir le type d'ouvrage le plus économique capable de satisfaire le mieux possible à toutes les conditions imposées, pour cela nous devons connaitre à la fois l'ensemble des contraintes à respecter et l'ensemble des types d'ouvrages qui peuvent être envisagés.

❖ **Les paramètres déterminants dans le choix du type de l'ouvrage sont :**

- ✓ Les profils de la chaussée (en long, en travers, en plan) :

La largeur totale L_T = 11,40 m.

- ✓ Position possible pour l'implantation des appuis :

Vu la largeur du TPC (2 m) jugée insuffisante pour l'implantation d'une pile ainsi que l'ouverture d'ordre de 36 m. Un pont à une seule travée avec deux culées sera largement suffisant.

- ✓ Les conditions d'exécution et d'accès à l'ouvrage :

Il sera très onéreux d'opter pour des types d'ouvrages nécessitant des technicités non encore maitrisées au niveau national.

- ✓ L'intégration de l'ouvrage dans son environnement :

Il est nécessaire de dégager la meilleure visibilité pour les usagers de l'autoroute. Aussi l'échelle de l'ouvrage et les proportions de ses dimensions ont des incidences qu'il ne faut pas négliger lors du choix de type d'ouvrage.

⟹ Pour une portée d'ordre de 36 m deux types de pont peuvent être envisagés :

- ➢ Variante N01 : Pont à poutres en béton précontraint par post-tension.
- ➢ Variante N02 : Pont mixte.

III-1. 1ère VARIANTE: PONT A POUTRES EN BETON PRECONTRAINT :

A. Prédimensionnement de la poutre en béton précontraint par post tension :

1. Pont à poutres en béton précontraint par post-tension :

1-1. Pré dimensionnement de la poutre :

a. Nombre de poutres (N) :

Le nombre des poutres est fonction de la largeur du tablier :

$$N = \left(\frac{L_a}{d}\right) + 1$$

Avec : **- La :** entraxe entre les poutres d'extrémité, égale à 9.60 m.

- d : entraxe des poutres : $1{,}5 \leq d \leq 2{,}5$.

On fixe l'espacement à **: d = 2.40 m**

$N = \left(\frac{09{,}60}{2{,}40}\right) + 1$ = **05 poutres** ⟹ **N = 05 poutres.** **N = 05 poutres**

b. Hauteur de la poutre:

La hauteur d'une poutre de pont dont la portée dépasse ou égale à 20 m (L≥20m) est donnée par la condition suivante :

$$\frac{L}{20} - 0{,}20 \leq Hp \leq \frac{L}{20} + 0{,}50$$

$$\frac{32}{20} - 0{,}20 \leq Hp \leq \frac{32}{20} + 0{,}50 = 1{,}40 \leq Hp \leq 2{,}10$$

On prend : H_p = 1,50 m.

H_p = 1,50 m.

c. Épaisseur de l'âme « b_0 » :

1. *Section médiane :*

$$\boldsymbol{b_0 \geq \frac{H_P}{36} + 6 + \emptyset_{ext\ gaine}}$$

$$\boldsymbol{b_0 \geq \frac{150}{36} + 6 + 8{,}80 \geq 18{,}96}$$

On prend b_0 = 20cm.

b_0 (section médiane) = 20cm

2. *Section d'about:*

$$\boldsymbol{b_0 \geq a + 10}$$

Avec :

- a = Largeur de la plaque d'ancrage (a= 24cm)

Donc : $b_0 = 35\ cm$.

b_0 (section d'about) = 35 cm

d. Membrure supérieure (table de compression) « b » :

1. La largeur « b »:

$$0{,}6\ H_P \leq b \leq 0{,}7 H_P$$

Alors : $0{,}9 \leq b \leq 1{,}05m$ On prend b = 1,00 m .

b = 1,00 m

2. Epaisseur de la table de compression (e) :

$12cm \leq e \leq 15cm$ Donc e =12cm.

e = 12 cm

e. Talon :

1. Largeur de talon (L_t):

$$0{,}4 \leq \boldsymbol{Lt} \leq 0{,}7\ cm$$

Pour la valeur $\mathbf{L_t}$ on prend 0.5 cm, cette valeur peut être modifié après l'étude de la précontrainte.

L_t = 0,5 cm

2. Epaisseur du talon e_t :

Son épaisseur e_t comprise entre $0{,}10 \leq \boldsymbol{e_t} \leq 0{,}20\ cm$

On prend $\mathbf{e_t}$ = 15 cm

e_t = 15 cm

f. Goussets :

C'est l'angle disposé pour permettre d'améliorer la section et de placer les armatures d'aciers et les câbles précontraints. Cet angle est fixé entre : $45° < \alpha < 60°$

1. Goussets du talon:

- ✓ En travée : $\alpha_3 = 45° \Rightarrow \mathbf{e_3 = 15\ cm}$
- ✓ à l'appui : $\alpha_3 = 45° \Rightarrow \mathbf{e_3 = 7,5\ cm}$

2. Goussets de la table de compression :

- En travée : $\alpha_1 = 13{,}5° \Rightarrow \mathbf{e_1 = 6\ cm}$

  $\alpha_2 = 45° \Rightarrow \mathbf{e_2 = 15\ cm}$

- à l'appui : $\alpha_1 = 13{,}5° \Rightarrow \mathbf{e_1 = 6\ cm}$

  $\alpha_2 = 45° \Rightarrow \mathbf{e_2 = 7,5\ cm}$

g. épaisseur du hourdis :

$$e_h \geq \frac{a}{15}$$

Avec : * a=2,20 espacement entre axes des poutres.

$\boldsymbol{e_h \geq 10\ cm}$ Soit : $\boldsymbol{e_h = 20\ cm}$

e_h = 20 cm

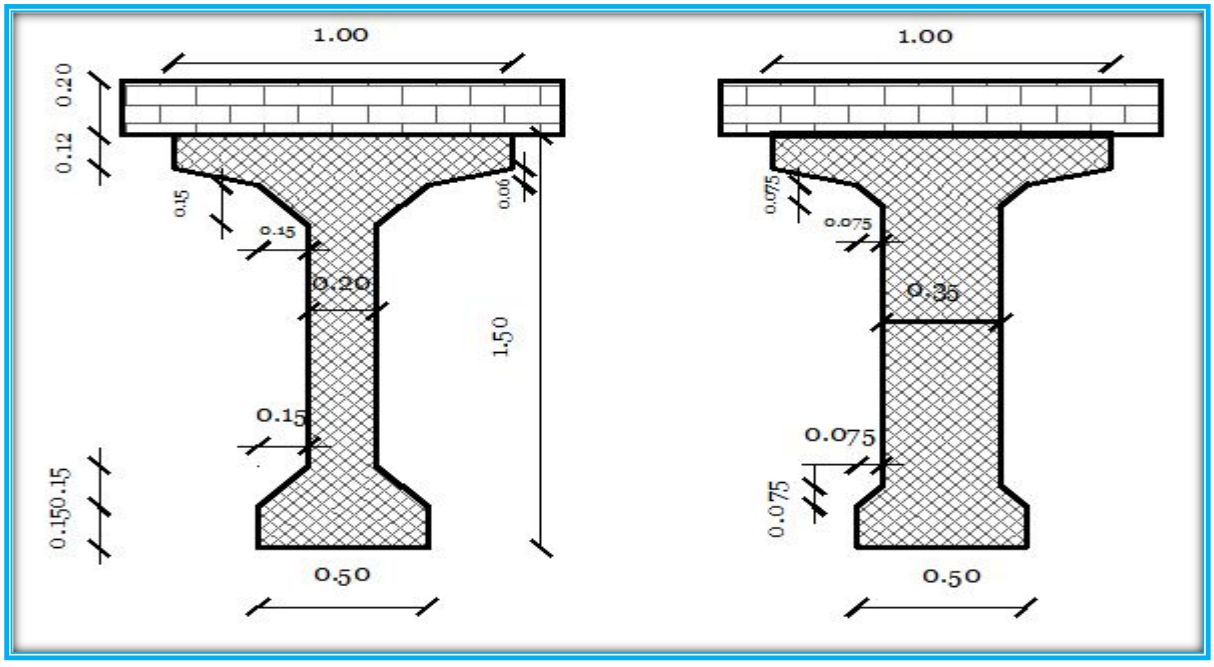


Fig IX-1 : *coupe transversale des poutres*

III-2. 2ème VARIANTE : PONT MIXTE A POUTRES METALLIQUES :

A. Prédimensionnement de la poutre :

1. Pré dimensionnement de la poutre :

a. Nombre de poutres(N) :

Le nombre de poutres est déterminé par le rapport entre la largeur du Tablier (La) et l'entre axe (d).

$$N = La/d$$

Avec :

- La : est la largeur du tablier égale à : 11,40 m.
- d : l'espacement égal à : 3,00 m.

N= 11,4/3 = 3,80 on prendra **N = 04 poutres.**

N = 04 Poutres

b. Elancement de poutres :

L'élancement h_W : $L/28 \leq \mathbf{h_W} \leq L/22$

L'élancement économique (hauteur de la poutre) est de L/25= 36/25 ce qui nous donne h_W =1.45 m.

h_W = 1,45 m

c. Epaisseur de l'âme des poutres :

L'épaisseur de l'âme de la poutre maîtresse doit respecter les quatre conditions suivantes :

- ✓ Résistance à la corrosion.
- ✓ Résistance au cisaillement.
- ✓ Flambage vertical de la semelle dans l'âme.
- ✓ Fatigue.

En considérant ces quatre critères, nous allons dimensionner l'âme des poutres à mi-travée et sur appui :

- ✓ A mi-travée $8 \leq \boldsymbol{ea} \leq 14\ mm$.
- ✓ Sur appui $\boldsymbol{ea} \leq 20\ mm$.

On prend :

- ➢ Une épaisseur de **12** mm à mi-travée.
- ➢ Une épaisseur de **15** mm sur appui.

$e_{mi\text{-}travée}$ = 12 mm
e_{appui} = 15 mm

d. Semelles :

Les semelles sont déterminées par les efforts au bétonnage et en exploitation par des conditions :

- ✓ De résistance.
- ✓ D'instabilité.

1. Semelle supérieure en travée :

La largeur de la semelle $200 \leq \boldsymbol{Ls\_t} \leq 500\ mm$

L'épaisseur $12 \leq \boldsymbol{es\_t} \leq 40\ mm$, On prend :

- Une largeur de **350 mm.**
- Une épaisseur de **20 mm.**

2. Semelle inférieure en travée :

La largeur de la semelle $300 \leq Ls\_t \leq 600\ mm$

L'épaisseur $20 \leq es\_t \leq 40\ mm$, on prendra donc :

- Une largeur de **500 mm.**
- Une épaisseur de **30 mm.**

3. Semelle supérieure sur appui :

La largeur de la semelle $400 \leq Ls\_a \leq 900\ mm$

L'épaisseur $20 \leq es\_a \leq 40\ mm$, on prendra donc :

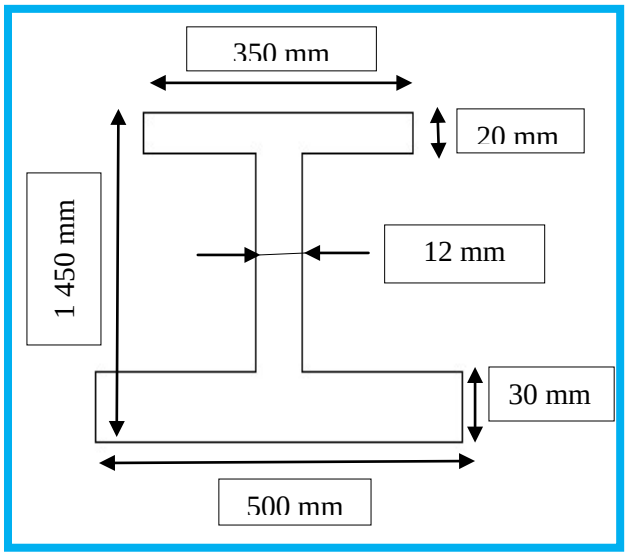
- Une largeur de **600 mm.**
- Une épaisseur de **20 mm.**

4. Semelle inférieure sur appui :

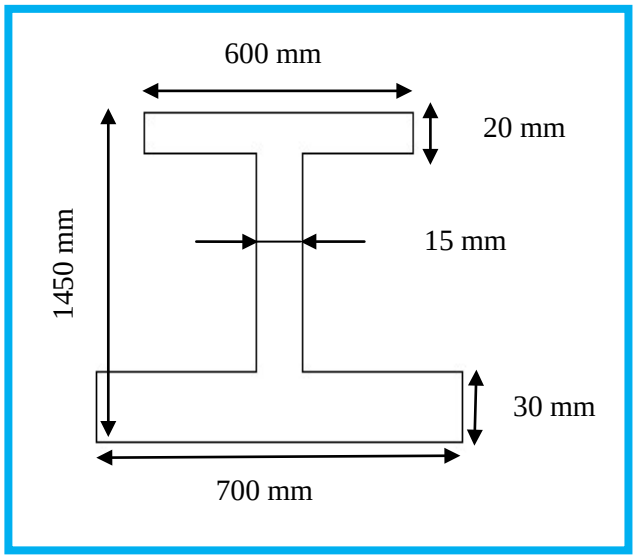
La largeur de la semelle $600 \leq Ls\_a \leq 1000\ mm$

L'épaisseur $30 \leq es\_a \leq 60\ mm$, on prendra

- Une largeur de **700 mm.**
- Une épaisseur de **30 mm.**



Coupe transversale d'une poutre à mi-travée



Coupe transversale d'une poutre sur appui

Fig IX-2 :

III-3. LES INCONVENIENTS ET LES AVANTAGES POUR CHAQUE TYPE DE VARIANTE :

A. 1ère variante : pont a poutres en béton précontraint :

1) Les avantages :

- ✓ Le mode de réalisation des poutres tel que le béton coulé en atelier ou sur chantier à poste fixé est en général de meilleure qualité.
- ✓ La facilité du contrôle de réalisation ainsi que la rapidité d'exécution des travaux.
- ✓ La préfabrication permet de diminuer le délai d'exécution de l'ouvrage, puisqu'il est possible de rendre indépendant la fabrication des poutres du reste de chantier.
- ✓ Les coffrages des poutres peuvent être utilisés un grand nombre de fois.
- ✓ La préfabrication des poutres permet d'éviter l'encombrement des échafaudages gênant souvent le fonctionnement du chantier.
- ✓ Les ponts à poutres préfabriquées en béton précontraint sont souvent très économiques (les portés allant jusqu'à 30 m en précontrainte par pré tension, et pour les portées qui sont comprise entre 30 et 50 m en précontrainte en post tension.

2) Les inconvénients :

- ✓ La nécessité de fabriquer du béton plus résistant principalement avant 28 jours.
- ✓ La nécessité de qualification de la main d'œuvre pour l'exécution de la précontrainte au même temps de la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.
- ✓ L'obligation d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décoffrer.

B. 2ème Variante : pont mixte :

1) Les avantages :

- ✓ La possibilité de franchir de grandes portées.
- ✓ La légèreté, donc la diminution du nombre des poutres.
- ✓ La rapidité d'exécution globale.
- ✓ La précision dimensionnelle des structures.

2) Les inconvénients:

- ✓ Le problème majeur des ponts mixtes est l'entretien contre la corrosion et le phénomène de la fatigue dans les assemblages.
- ✓ La résistance et la stabilité de la structure en place doivent être vérifiées à tous les stades importants du montage, ainsi qu'un contrôle strict sur le chantier.
- ✓ Demande des mains d'œuvre qualifiées (surtout les soudeurs).
- ✓ Les poutres en I sont sensibles au déversement pour les ensembles des pièces de pont.
- ✓ Stabilité des membrures de poutres qui ont tendance à flamber latéralement lorsqu'elles sont comprimées.
- ✓ L'exigence de la surveillance avec des visites périodiques.

III-4. ANALYSE MULTICRITERES :

1. COMPARAISON DES DEUX VARIANTES :

Pour cette analyse nous résumerons notre étude de variantes en quatre points importants comme le montre le tableau ci-dessous :

	pont à poutres en béton précontraint	Pont mixte à poutres métalliques
Economie	+	-
Entretien	+	-
Esthétique	+	-
Exécution	+	+

Tableau IX-1 :

2. CRITIQUE ET CONCLUSION :

Pour le pont mixte : les points sensibles de cette variante sont l'économie, entretien et esthétique.

Pour l'économie : ce cas demande la préfabrication des poutres (soudure), et le transport.

Pour l'entretien : sera un problème majeur pour ce type d'ouvrage, nécessite un entretien périodique (peinture).

Pour esthétique : mauvaise intégration par rapport au site.

Après la mesure des différents points des deux variantes et en tenant compte des données naturelles et économiques de ce projet, le choix s'est porté sur le ***pont à poutre en béton précontraint.***

IV. CONCEPTION DES CULEES :

Les culées assurant la liaison entre le pont et les remblais, bien conçues, elles doivent satisfaire à toutes les exigences de la fonction d'une culée, qui se décompose en une fonction mécanique tel que la transmission des efforts au sol de fondation et une fonction technique, accéder par elle à l'intérieur de l'ouvrage.

A. CHOIX DU TYPE DE CULEE :

Pour notre ouvrage la hauteur des culées est de l'ordre de 8 m, il est donc préférable de choisir les culées remblayées.

La culée remblayée est constituée par un ensemble de murs ou de voiles en béton armé.

Sur l'un d'entre eux, appelé mur de front, s'appuie le tablier de l'ouvrage, les autres sont les murs latéraux, appelés murs en aile ou en retour selon leurs position par rapport à l'axe longitudinal de l'ouvrage.

Avec :

1) Mur garde grève.
2) Muret cache.
3) Corbeau arrière.
4) Mur de front ou frontal.
5) Mur en retour (mur en aile).
6) Des d'appui.
7) Semelle.
8) Pieu.

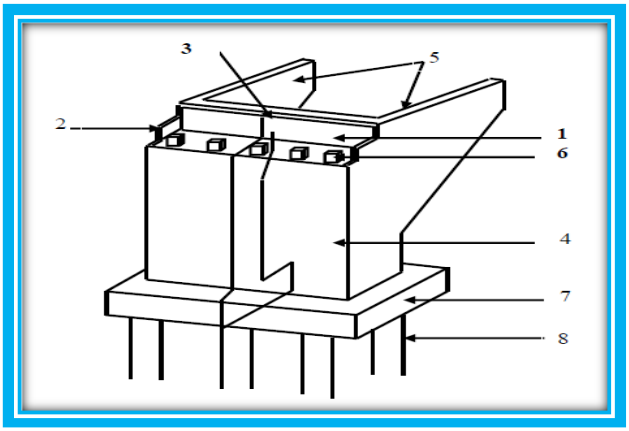


Fig IX-3 : *les éléments constituant une culée*

B. PRE DIMENSIONNEMENT DES CULEES:

A. IMPLANTATION DES CULEES :

La hauteur de la culée sera évaluée par la formule suivante:

H culée = côte projet − côte fondation.

- ✓ Pour la culée n°01 Culée=8.45m.
- ✓ Pour la culée n°02 Culée =8.45m.

B. MUR GARDE GREVE:

Il retient les terres derrière le tablier et permet d'établir les joints de chaussée dans tous les cas, quelque soit le type de joints utilisés.

- ✓ H=hauteur de la poutre +dé d'appui + appareil d'appui + hourdis
- ✓ Hauteur : **H = 2.00m**
- ✓ Epaisseur (couronnement) : H culée = **6,95** > 6m.

E = 0,30m (selon SETRA).

Longueur : est celle du tablier **=11.40m**.

C. MUR FRONTAL :

- ✓ L'épaisseur de mur frontal : E =1,5 m
- ✓ La hauteur de mur de frontal H = 4,95 m
- ✓ La longueur de mur frontal L =11,4m

D. DALLE DE TRANSITION:

La dalle de transition, aura une dimension transversale, lui permettant de s'insérer entre les murs en retour L_{trans}= 10,6 m.

On peut dimensionner sa longueur à partir de la formule suivante :

L = min (6m, max (3m, 06H))

H : hauteur de remblais = H (mur frontal + mur garde grève) = **6,95 m.**

L = 5,00 m.

Elle est coulée sur un béton de propreté avec une épaisseur constante de **30cm**, elle est ancrée dans le corbeau d'appuis de par l'intermédiaire des goujons. Elle est mise en place avec une pente de **10%.**

E. SEMELLE:

- ✓ hauteur **: 1,50m**.
- ✓ Largeur **: 7,00m**.
- ✓ Longueur : **24,40m**.
- ✓ Ancrage : **1,50m.**
- ✓ Béton de propreté : **0,10 m**.

F. MUR EN RETOUR:

Le mur en retour a une épaisseur constante de **0,30 m** pour un bon ferraillage et un bon bétonnage. Il a une longueur de **6,25m** et hauteur de **6,95m** celle de la culée.

G. LE CORBEAU :

- ✓ Hauteur : H1 = 0,2 m.
- ✓ Hauteur : H2 = 0,35 m. 0,2m
- ✓ Epaisseur : Ef = 0,35 m.
- ✓ Longueur : L = 24,4 - 2 x 0,3 = 23,80 m.

H. PLOT PARASISMIQUE:

- ✓ Epaisseur : 0,50 m.
- ✓ Largeur : 0,5 m.
- ✓ Longueur : 0,6 m.

V. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX A UTILISER:

1) REGLES UTILISEES :

Dans tout ce qui suit, le calcul de notre projet ce fera conformément aux règles B.A.E.L 91 et B.P.E.L 91, qui se basent sur la théorie des états limites où les différents éléments cessent de remplir leurs fonctions au-delà de ce seuil.

1-1. LE BETON :

Dans les cas courants, pour l'établissement des projets, le béton est défini par une valeur de sa résistance à la compression à 28 jours, appelée valeur caractéristique requise, notée " **fc28**".

Cette valeur est choisie, à priori, compte tenu du dosage et de la qualité du ciment et des règles de contrôle qui permettront ultérieurement de vérifier sur le chantier qu'elle a bien été atteinte.

- ✓ Le béton est dosé à **400 kg/m3** de ciment **CPA 325.**
- ✓ ***Densité :*** la masse volumique du béton armé γ **=2,5 t/m3.**
- ✓ ***Qualités attendues d'un béton pour :***
  - Une très bonne résistance à la compression à court terme (28 jours et plus).
  - Une très bonne résistance aux agressifs.
  - Une bonne déformabilité instantanée, et différée la plus faible possible.
  - Une maniabilité pour mise en œuvre aussi bonne que possible.

1-2. ARMATURES :

a) ACIERS PASSIFS :

Les armatures passives sont des armatures comparables à celle du béton Armé. (Les armatures passives sont tendues que sous des sollicitations extérieures).

- ✓ ***La limite élastique :***

Les aciers utilisés sont des aciers courants à haute adhérence de classe **FeE400 type 2**, sa limite élastique égale à **400 MPa**

- ✓ ***Module d'élasticité longitudinale de l'acier :***

Es = 2.10^5 MPa.

b) ACIERS ACTIFS :

Les armatures actives sont des armatures en acier à haute résistance qu'on utilise pour les constructions en béton précontraint. Les armatures actives de précontrainte sont sous tension même sans aucune sollicitation extérieure. Ils sont classés par catégories : fils, barres, torons.

La précontrainte initiale à prendre en compte dans les calcules est données par la formule suivante :

P0= (0,8$f$prg, 0,9 $f$peg). (Fascicule N° 62 art 3.2, 2)

f_{prg} **:** la limite de rupture garantie de l'aciers de précontrainte = 1800 t/m^2.

f_{peg} : la limite d'élasticité de l'acier de précontrainte = 1600 t/m^2.

Ses limites sont garanties par **ALGA.**

CHAPITRE X :

SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS

UMMTO

I. SIGNALISATION :

1. INTRODUCTION :

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements.

On distingue deux types de signalisation :

- ✓ la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores.
- ✓ la signalisation routière horizontale désignée par des marquages au sol.

a) Signalisation verticale :

Parmi les panneaux qui désignent la signalisation verticale, on trouve :

- ✓ **Signaux de danger:** panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle signalé (signalisation avancé).
- ✓ **Signaux comportant une prescription absolue:** panneaux de forme circulaire**,** on trouve ceux qui désignent :
  - L'interdiction.
  - L'obligation.
  - La fin de prescription.
- ✓ **Panneaux à simple indication:** en générale panneaux de forme rectangulaire, des fois terminée en point de flèche, on distingue:
  - signaux d'indication et de localisation.
  - signaux de direction.
  - signaux de position de danger et signaux divers.

b) Signalisation horizontale :

C'est toutes les traces qu'on marque sur la chaussée, on trouve :

- lignes continues: non franchissable et le dépassement est interdit.
- Lignes discontinues: franchissables et elles séparent les voies de circulation.
- Lignes continues de couleur jaune utilisées dans le cas de la bande d'arrêt d'urgence ou la bande de guidage.
- les Lignes de stop qui oblige les usagers à marquer l'arrêt.
- Les flèches de rabattement qui signalent aux usagers d'emprunter la voie située du coté qu'elles indiquent, généralement on les trouve à l'approche des points particuliers comme l'échangeur.
- Les flèches de sélection qui sont situées au milieu d'une voie et qui indiquent la direction à suivre.

2. LA SIGNALISATION ADAPTEE POUR NOTRE PROJET:

En se référant aux différents types de signalisation cités ci-dessus on a adapté le plan de signalisation suivant :

2-1. SIGNALISATION HORIZONTALE :

- marquage de la chaussée en ligne discontinue tout en long du tracé: Pour distinguer les trois voies de circulation, de chaque sens.
- Ligne continue de couleur jaune espacée de 50 cm, de part et d'autre, par rapport aux glissières de sécurité (TPC), on l'appelle la ligne de guidage.
- Une ligne continue de couleur jaune à droite de chaque chaussée pour marquer la bande d'arrêt d'urgence.
- Des flèches de rabattement placées avant chaque bretelle.

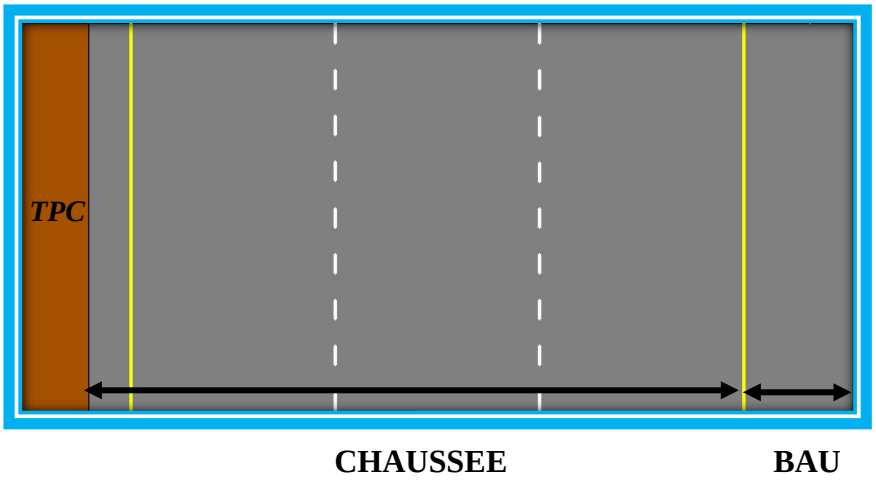


Fig X-1 : *exemple de signalisation horizontale*

2-1. SIGNALISATION VERTICALE:

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction.
- Panneaux de signalisation d'obligation
- Panneaux de pré signalisation
- Panneaux donnant les indications utiles.
- Panneaux de signalisation d'identification des routes

2-3. EXEMPLE :

a) La signalisation horizontale :

❖ **Marques sur chaussée :**

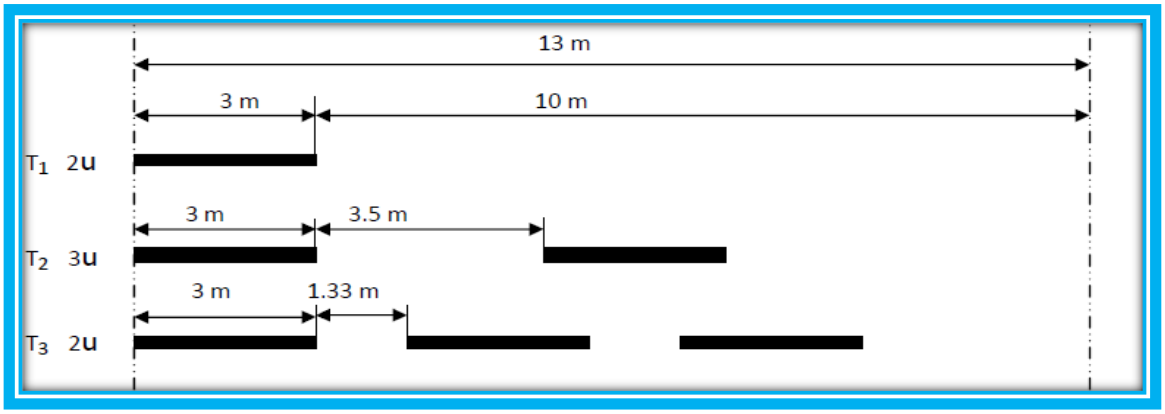


Fig X-2 :

Avec :

- T_1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie.
- T_2 3U : ligne de rive.
- T_3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération ou d'accélération.

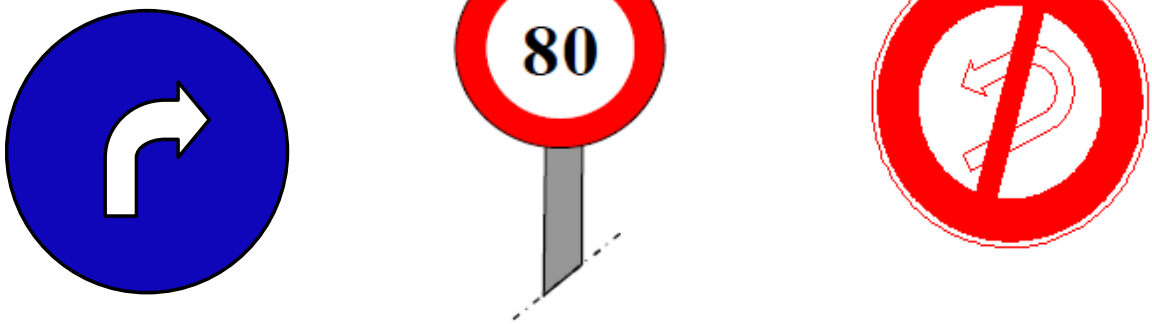
❖ **Marquage par hachures :**

Fig X-3 :

On les retrouve au droit des îlots séparateurs.

b) La signalisation verticale :

❖ **Panneau d'obligation, de restriction et d'interdiction :**



Obligation de tourner à droite

Vitesse limitée à 80 Km/h

Interdiction de tourner dans le sens indiqué

Fig X-4 :

❖ **Aperçu sur la signalisation au niveau de l'échangeur :**

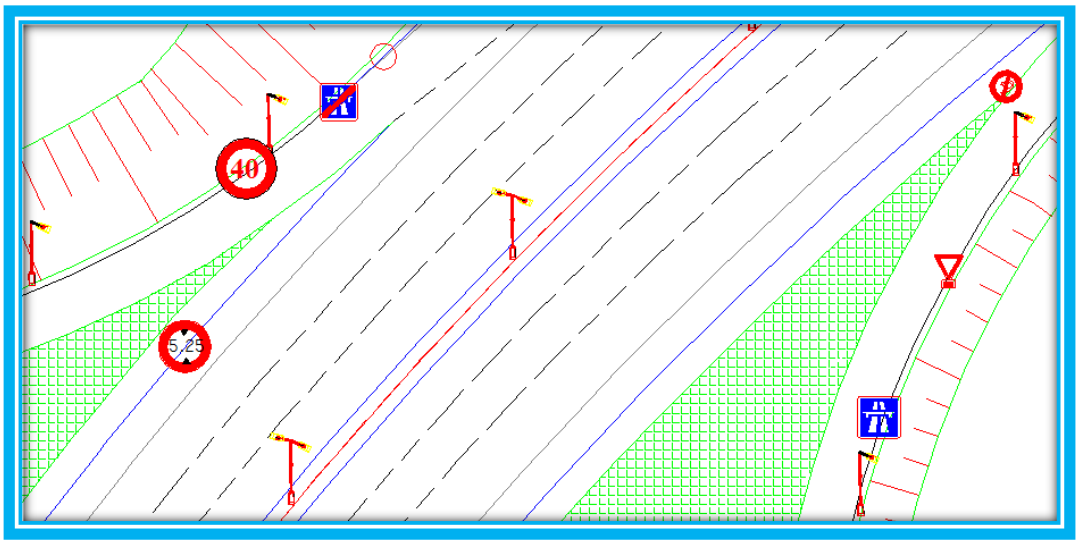


Fig X-5 :

II. EQUIPEMENTS DE LA ROUTE :

A. SECURITE :

1. INTRODUCTION :

La route une fois réalisée aura besoin des équipements qui serviront à assurer la sécurité d'un coté et à guider les usagers de la route d'un autre coté.

2. BARRIERES DE SECURITE :

Le TPC sera constitué de séparateurs en béton type simple **(Fig X-5)** afin de séparer les deux sens de circulation.

Le même type de glissière sera disposé à droite de chaque voie à la limite de la bande d'arrêt d'urgence pour délimiter la chaussée roulable et protéger les usagers de la route des risques éventuels de sortie.

Les caractéristiques géométriques des glissières sont illustrées dans les figures suivantes.

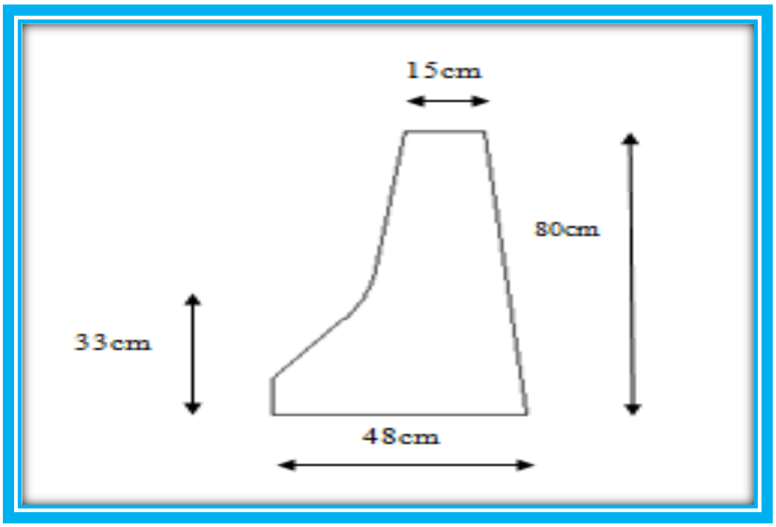


Fig X-6 : *Caractéristiques géométriques d'une glissière simple en béton*

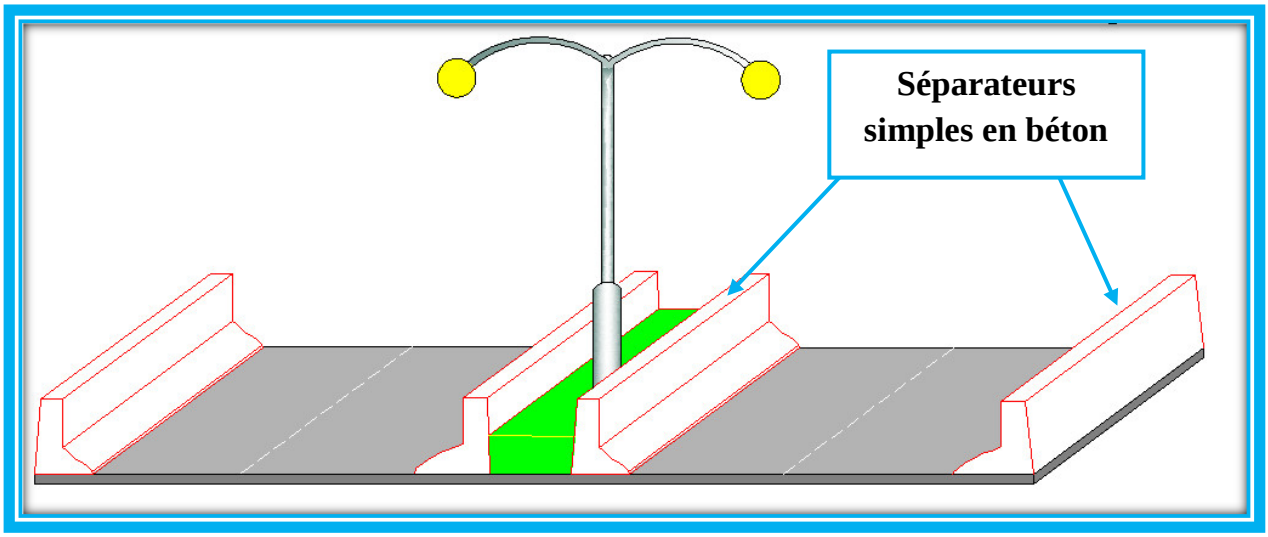


Fig X-7 : *Séparateurs projetés sur la route*

❖ **Au niveau de *L'ECHANGEUR* :**

Nous préconisons pour chaque bretelle des glissières de sécurité métalliques **(Fig X-7)** à droite de la chaussée.

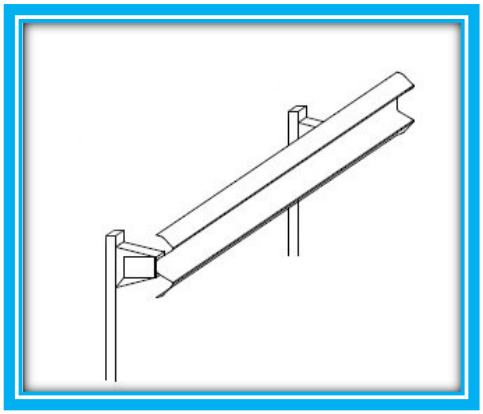


Fig X-8 : glissières de sécurité métalliques

B. ECLAIRAGE :

1. INTRODUCTION :

L'éclairage nocturne des routes joue un rôle capital en matière de sécurité et de confort. Il permet aux usagers de la route de circuler tranquillement tout en évitant l'utilisation excessive des phares qui provoque l'éblouissement.

2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

Pour notre projet on s'intéressera à la catégorie A.

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 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- ✓ La largeur (l) de la chaussée.

4. L'ECLAIRAGE ADAPTE A NOTRE PROJET :

Vu les données suivantes de notre projet :

- ✓ La longueur de la chaussée qui est égale à 13 m (3 voies + BAU).
- ✓ Autoroute de 2 fois 3 voies ce qui fait on un double sens de circulation.
- ✓ Un site de compagne (pas d'éclairage).

On optera pour un système d'éclairage sur tous les points du projet qui est composé par des lampadaires disposés selon un espacement des supports de 25 m et de hauteur de 10 m afin d'avoir un niveau satisfaisant et équilibré pour les deux sens de circulation.

Ils seront implantés sur le TPC et auront un double foyer pour permettre d'éclairer les deux sens de circulation.

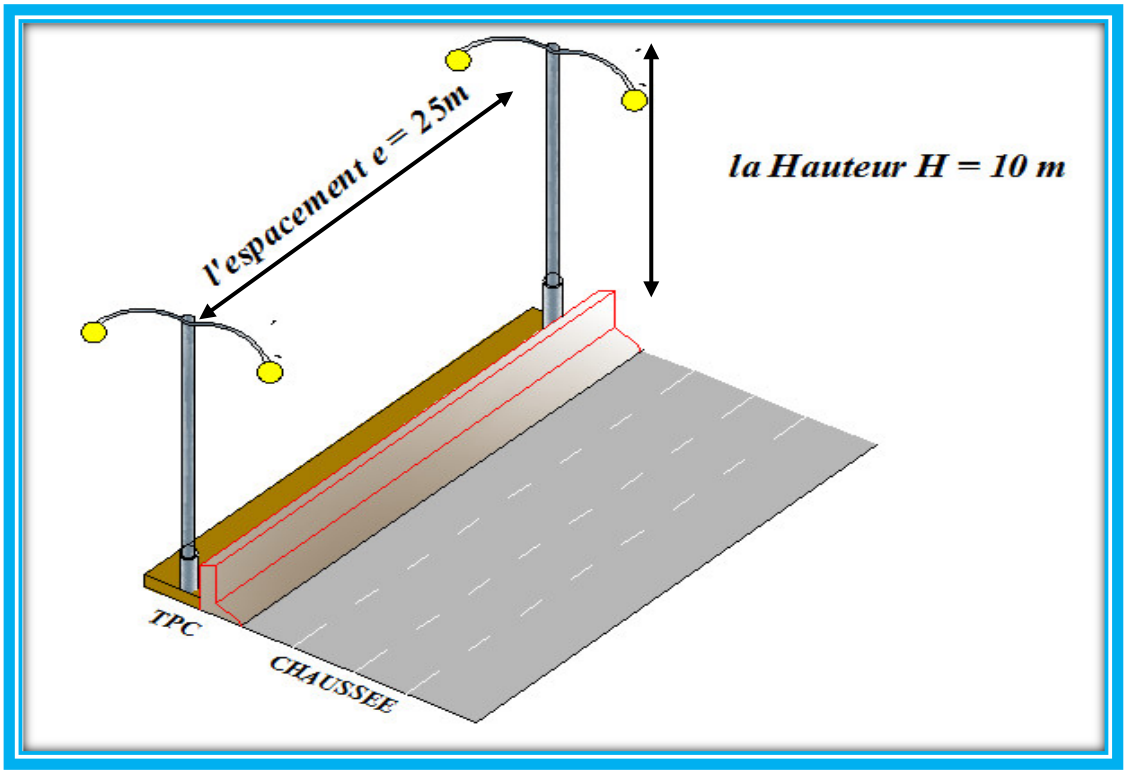


Fig X-9 : *exemple d'éclairage sur la route*

❖ ***REMARQUE :***

En ce qui concerne l'échangeur on mettra des lampadaires à un seul foyer, avec une hauteur de 8 m et un espacement de 20 m de à droite de chaque chaussée au niveau des bretelles.

NB : Le système de signalisation et d'éclairage adapté à l'échangeur finalisé est joint en annexe.

CHAPITRE XI :

LES IMPACTS DU PROJET

UNMTO

I. INTRODUCTION :

En dépit de tous les aspects positifs générés par les tracés routiers neufs ces derniers peuvent aussi avoir des impacts négatifs directs ou indirects sur l'environnement dans lequel s'inscrivent. Les répercussions sur l'environnement naturel peuvent comprendre l'érosion des sols, les changements dans les cours d'eau et les eaux souterraines, et les contraintes causées à la flore et la faune.

Les infrastructures routières peuvent entraîner des avantages et des inconvénients à l'équilibre existant.

II. L'UTILITE DE L'ETUDE D'IMPACT DU PROJET :

L'étude d'impact sur l'environnement s'avère nécessaire afin de :

- ✓ Optimiser l'intégration du projet dans le milieu naturel.
- ✓ Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain et ainsi proposer des solutions.

III. LES IMPACTS DU PROJET :

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

A. LES IMPACTS POSITIFS :

1) IMPACTS SOCIOECONOMIQUE :

- ✓ Dynamiser l'activité économique régionale en reliant la willaya de Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest avec un temps de parcours ne dépassant pas les 30 mn.
- ✓ Soulager la RN12 principal axe de la willaya en offrant un raccourci vers l'intérieur du pays.
- ✓ Permettre un gain de temps pour les usagers de l'actuelle RN25.
- ✓ Favoriser la découverte et la mise en valeur des régions traversées.
- ✓ Désenclavement des régions avoisinantes.
- ✓ La création des postes d'emplois temporaire (durant la phase de réalisation).

2) IMPACTS SUR LE BATI :

- ✓ Le tracé de notre projet se situe dans une zone rurale et ne traverse aucune habitation (pas de destruction de maisons).
- ✓ Néanmoins nous avons enregistré la présence de deux bâtisses que nous avons pu éviter en respectant les règlements en vigueur.

B. LES IMPACTS NEGATIFS :

1) IMPACT SOCIAL:

- ✓ Perturbation de la circulation automobile durant la phase de la réalisation (embouteillage).
- ✓ La nuisance sonore due à l'usage des engins.

2) *IMPACT SUR LE PAYSAGE :*

- ✓ L'infrastructure portera une défiguration au paysage naturel malgré les efforts de l'ingénieur à adapter le tracé géométrique à la topographie du site.

a) IMPACT SUR LES RESSOURCES EN EAU :

Les détritus résultants de l'usure des plaquettes de freins et des pneus, ou encore de fuites d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant risquent de contaminer les eaux de surface et souterraines

b) IMPACT SUR L'AIR :

- ✓ La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées.
- ✓ La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux.
- ✓ La circulation routière est la principale source de CO_2.

c) IMPACT SUR LA FAUNE :

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que le transport routier génère la pollution, le bruit et la lumière artificielle ce qui affectent la vie animale par :

- ✓ réduction des populations d'oiseaux vivants dans les abords routiers.
- ✓ génération des perturbations comportementales.
- ✓ provoquer des collisions des animaux, favorisés par la lumière des phares.

d) IMPACT SUR LA FLORE :

Ces zones naturelles, en outre leurs contributions à l'absorption du gaz carbonique contenu dans l'air, leur production végétale est le premier élément de la chaine alimentaire des insectes et des oiseaux.

Notre projet risque d'atténuer le rôle de la zone dans ce concept et ce par :

- ✓ Les terrassements du sol conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines et empêche ainsi leurs développement
- ✓ Diminution du couvert végétal.

Enfin, la connaissance de la flore locale s'avère indispensable dans l'orientation du choix des espèces à planter sur les talus.

e) Impact sur l'agriculture :

Notre projet s'implantera dans une région à vocation agricole.

Le tracé de linaire de 5.3 Km causera

- ✓ une substitution de **18 ha** de terre cultivable.
- ✓ difficultés de travail et de circulation (rupture de cheminements).

CHAPITRE XII :

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

UMMTO

I. INTRODUCTION :

Dans cette partie, on devra évaluer les quantités correspondantes à chaque poste principal, le coût global de chacun d'eux et enfin le montant général du projet.

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	Prix unitaire(DA) HT	Montant HT
1) Acquisition de Terrain	M2	180 000,00	1 000,00	180 000 000,00
SOUS Total(1)= 180 000 000,00 DA				
2) L'installation de Chantier et Repliement	F	1	2 000 000,00	2 000 000,00
SOUS Total(2)= 2 000 000,00 DA				
3) Préparation de Terrain				
3.1) Débroussaillage et abatage d'arbres	M2	1 200,00	2 000,00	2 400 000,00
Décapage de la terre végétale Ep=0,50 m	M2	180 000,00	800,00	144 000 000,00
SOUS Total(3)=146 400 000,00 DA				
4) Terrassement				
4.1) Déblais (extraction transport et mise en dépôt)	M3	734 757	800,00	587 805 600,00
4.2) Remblais en provenance d'emprunts	M3	124 255	1000,00	124 255 000,70
SOUS Total(4)= 712 060 600,00 DA				
5) Chaussée				
5.1) Mise en place d'une Couche de forme en matériaux non traités (TUF) Ep = 0,40 m	M3	59 225,60	800,00	47 380 480,00
5.2) Couche de fondation en GB Ep = 0.13 m	T	45 223,00	5 500,00	248 726 500,00
5.3) Couche de base en grave bitume GB Ep = 0.12m	T	41 280,00	5 500,00	227 040 000,00
5.4) Couche d'imprégnation au cut-back 0/1	M^2	148 064,00	150,00	22 209 600,00
5.5) Couche d'accrochage dosée 200à 300g/m2	kg	37 016	150,00	5 552 400,00

5.6) Couche de roulement en béton bitumineux Ep= 0.08 m	T	27 836,03	5 500,00	153 098 176,00
5.8) Rechargement du TPC en terre végétale	M^3	8 460,80	800,00	6 768 640,00
Sous Total(5)= 710 775 796,00 DA				
7) Ouvrage Courant et Assainissement	F	10% du total (3+4+5)	/	156 923 639,00
Sous Total(7)= 156 923 639,00DA				
8) Impact sur l'Environnement	F	1% du total (3+4+5)	/	15 692 363,00
Sous Total(8)= 15 692 363,00 DA				
9) Aménagement divers				
Aménagement et engazonnement des Ilots au niveau de l'échangeur	F	0,5 % du total (3+4+5)	/	7 841 181,98
Plantation d'arbustes sur TPC et Ilots de giratoires	U	300	2000,00	600 00,00
SOUS Total(9)=8 446 181,98 DA				
10) Eclairage, Signalisation et Equipements routiers	F	5% du total (3+4+5)	/	78 461 819,8
SOUS Total(10)= 78 461 819,80 DA				

TOTAL EN HT	2 010 760 400,00 DA
TVA 17%	341829268,00 DA
TOTAL EN TTC	2 352 589 668,00 DA

Tableau XII-1 :

✓ ***REMARQUE :***

Les prix unitaires pris en compte lors de l'élaboration de ce devis sont les plus couramment utilisés pour les travaux routiers, aussi l'absence des détails sur le mode d'exécution de certains postes et le manque de données font de notre montant une estimation approximative.

II. CONCLUSION :

Le montant total du projet est de : deux milliards trois cents cinquante deux millions cinq cents quatre-vingt neuf mille six cent soixante huit dinars Algérien ***(2 352 589 668,00 da).***

CONCLUSION

Notre projet de fin d'étude consiste en la conception d'un tronçon autoroutier. Il sera d'un apport très considérable pour la wilaya de Tizi-Ouzou. Une fois achevé, il constituera une pénétrante Nord - Sud qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est –Ouest. Elle présentera plusieurs avantages tel que :

- ✓ Stimuler et encourager les échanges commerciaux entre les deux Wilayas de Bouira et Tizi-Ouzou.
- ✓ Dynamiser l'activité économique régionale.
- ✓ Soulager la RN12 unique issue de la willaya vers l'ouest et l'intérieur du pays**.**

En effet, la wilaya sera raccordée au réseau routier de l'intérieur du pays par un raccourci permettant de gagner l'autoroute est-ouest en 30 mn. Des retombées socio-économiques telles que la stimulation du développement et la réduction du nombre d'accidents seront générées.
Aussi une baisse des coûts de transport ainsi qu'un gain du temps, sont des avantages dont les automobilistes vont en bénéficier.

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

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle en complémentarité avec les théories et les techniques acquises durant notre cycle de formation à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

BIBLIOGRAPHIE

- ✓ **B40** (normes techniques d'aménagement des routes).
- ✓ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**C .T.T.P.**).
- ✓ **I.C.T.A.A.L** (instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison).
- ✓ Thèses de fin d'études précédentes à l'UMMTO et à l'école nationale supérieure des travaux publics (ENSTP).
- ✓ Cours de routes 1ère année master UMMTO.
- ✓ Code algérien de la route.
- ✓ Recommandation pour l'assainissement routier (SETRA).

- ✓ Les livres suivants : le manuel d'essais routiers, les cours de routes et le manuel de projet de routes de l'auteur - Kalli Fatima-Zohra-
- ✓ Guide des terrassements routiers (GTR-de ***SETRA***).
- ✓ **ARP** aménagement des routes principales (recommandations techniques (**aout-1994**))
- ✓ RPA99/version 2003
- ✓ SITE internet : www.SETRA.com
- ✓ Fascicule N° 62 (Ouvrages d'arts)

LES ANNEXES

UMMTO

1. VOLUME DE TERRASSEMNTS :

VOLUMES TERRASSEMENT					
N° PROFIL	ABSCISSE CURVILIGNE	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	111.3	81.8	0.0	0.0
2	25.000	309.3	67.5	0.0	0.0
3	50.000	463.8	19.3	0.0	0.0
4	75.000	458.9	1.8	0.0	0.0
5	100.000	315.1	1.3	0.0	0.0
6	125.000	376.5	8.5	0.0	0.0
7	150.000	258.4	20.4	0.0	0.0
8	175.000	240.3	76.4	0.0	0.0
9	200.000	378.5	81.9	0.0	0.0
10	225.000	357.3	196.9	0.0	0.0
11	250.000	340.6	74.4	0.0	0.0
12	275.000	302.6	118.6	0.0	0.0
13	300.000	267.5	382.7	0.0	0.0
14	325.000	278.2	270.0	0.0	0.0
15	350.000	289.5	270.6	0.0	0.0
16	375.000	310.3	287.5	0.0	0.0
17	400.000	239.4	322.5	0.0	0.0
18	425.000	379.4	250.7	0.0	0.0
19	450.000	90.6	321.8	0.0	0.0
20	475.000	205.3	229.1	0.0	0.0
21	500.000	220.4	162.1	0.0	0.0
22	525.000	246.0	117.1	0.0	0.0
23	550.000	256.7	85.2	0.0	0.0
24	569.132	352.9	80.7	0.0	0.0
25	600.000	464.7	38.4	0.0	0.0
26	625.000	294.5	372.4	0.0	0.0
27	650.000	192.7	2167.1	0.0	0.0
28	675.000	339.6	429.5	0.0	0.0
29	700.000	0.0	2061.6	0.0	0.0
30	725.000	0.0	4266.1	0.0	0.0
31	750.000	235.7	2400.5	0.0	0.0
32	775.000	732.1	0.0	0.0	0.0
33	800.000	737.6	0.0	0.0	0.0
34	825.000	459.8	142.5	0.0	0.0
35	838.395	297.7	34.6	0.0	0.0

36	850.000	420.8	6.2	0.0	0.0
37	875.000	684.2	0.0	0.0	0.0
38	900.000	797.4	0.0	0.0	0.0
39	925.000	682.2	2.3	0.0	0.0
40	950.000	0.0	2332.0	0.0	0.0
41	975.000	0.0	1898.2	0.0	0.0
42	1000.000	0.0	1662.4	0.0	0.0
43	1025.000	0.0	3082.9	0.0	0.0
44	1050.000	0.0	3670.2	0.0	0.0
45	1075.000	0.0	1973.4	0.0	0.0
46	1100.000	97.1	315.5	0.0	0.0
47	1125.000	414.1	205.3	0.0	0.0
48	1150.000	140.3	200.9	0.0	0.0
49	1175.000	108.4	250.0	0.0	0.0
50	1200.000	241.0	114.8	0.0	0.0
51	1226.696	318.7	0.0	0.0	0.0
52	1250.000	358.5	0.0	0.0	0.0
53	1275.000	386.3	0.9	0.0	0.0
54	1300.000	403.2	10.0	0.0	0.0
55	1317.696	192.4	70.0	0.0	0.0
56	1325.000	223.9	123.0	0.0	0.0
57	1350.000	323.3	57.5	0.0	0.0
58	1375.000	293.7	307.0	0.0	0.0
59	1400.000	287.6	130.1	0.0	0.0
60	1425.000	427.5	205.2	0.0	0.0
61	1450.000	444.4	233.5	0.0	0.0
62	1475.000	214.7	84.1	0.0	0.0
63	1500.000	296.3	527.2	0.0	0.0
64	1515.108	159.1	709.8	0.0	0.0
65	1525.000	249.1	605.0	0.0	0.0
66	1550.000	1140.0	0.5	0.0	0.0
67	1575.000	596.1	0.0	0.0	0.0
68	1606.108	692.1	172.3	0.0	0.0
69	1625.000	1454.0	0.0	0.0	0.0
70	1650.000	870.0	573.9	0.0	0.0
71	1675.000	1209.7	0.9	0.0	0.0
72	1700.000	448.6	182.1	0.0	0.0
73	1725.000	674.9	250.3	0.0	0.0
74	1750.000	712.0	219.4	0.0	0.0
75	1775.000	781.4	235.5	0.0	0.0

76	1800.000	717.5	336.8	0.0	0.0
77	1825.000	794.4	523.8	0.0	0.0
78	1850.000	19.1	726.3	0.0	0.0
79	1875.000	19.3	848.3	0.0	0.0
80	1900.000	0.0	1654.4	0.0	0.0
81	1925.000	0.0	2841.8	0.0	0.0
82	1950.000	0.0	7063.0	0.0	0.0
83	1975.000	0.0	12869.1	0.0	0.0
84	2000.000	0.0	14304.2	0.0	0.0
85	2025.000	0.0	11252.3	0.0	0.0
86	2050.000	0.0	8197.6	0.0	0.0
87	2075.000	0.0	4462.3	0.0	0.0
88	2086.347	8.7	3960.2	0.0	0.0
89	2100.000	70.7	6354.8	0.0	0.0
90	2125.000	1432.6	0.0	0.0	0.0
91	2152.101	1376.7	258.4	0.0	0.0
92	2175.000	1729.7	58.5	0.0	0.0
93	2200.000	843.8	1018.9	0.0	0.0
94	2225.000	709.7	1329.3	0.0	0.0
95	2250.000	0.0	4955.2	0.0	0.0
96	2271.890	0.0	10473.5	0.0	0.0
97	2300.000	0.0	21388.4	0.0	0.0
98	2325.000	0.0	16186.2	0.0	0.0
99	2350.000	0.0	14004.1	0.0	0.0
100	2375.000	0.0	14191.2	0.0	0.0
101	2400.000	0.0	19511.8	0.0	0.0
102	2425.000	0.0	17011.4	0.0	0.0
103	2450.000	0.0	13367.1	0.0	0.0
104	2475.000	0.0	10043.1	0.0	0.0
105	2483.604	0.0	7212.2	0.0	0.0
106	2500.000	0.0	10676.8	0.0	0.0
107	2525.000	0.0	10989.7	0.0	0.0
108	2550.000	0.0	7832.5	0.0	0.0
109	2575.000	0.0	3757.2	0.0	0.0
110	2600.000	805.2	893.7	0.0	0.0
111	2625.000	1133.5	0.6	0.0	0.0
112	2650.000	2535.2	0.0	0.0	0.0
113	2675.000	5205.9	0.0	0.0	0.0
114	2700.000	7940.2	0.0	0.0	0.0
115	2725.000	10965.8	0.0	0.0	0.0

116	2750.000	13223.7	0.0	0.0	0.0
117	2775.000	11002.2	0.0	0.0	0.0
118	2801.174	6770.3	0.0	0.0	0.0
119	2825.000	3220.9	0.0	0.0	0.0
120	2850.000	433.2	643.1	0.0	0.0
121	2875.000	0.0	5235.0	0.0	0.0
122	2900.000	0.0	12893.9	0.0	0.0
123	2925.000	0.0	20226.8	0.0	0.0
124	2950.000	0.0	25363.5	0.0	0.0
125	2975.000	0.0	28888.2	0.0	0.0
126	3000.000	0.0	33220.2	0.0	0.0
127	3025.000	0.0	35741.2	0.0	0.0
128	3050.000	0.0	32114.0	0.0	0.0
129	3072.129	0.0	28761.0	0.0	0.0
130	3100.000	0.0	24118.9	0.0	0.0
131	3125.000	0.0	17988.8	0.0	0.0
132	3150.000	0.0	13477.3	0.0	0.0
133	3175.000	0.0	10323.9	0.0	0.0
134	3200.000	0.0	11083.0	0.0	0.0
135	3225.000	0.0	11480.1	0.0	0.0
136	3254.595	0.0	5207.7	0.0	0.0
137	3275.000	0.0	1833.2	0.0	0.0
138	3300.000	0.0	1344.2	0.0	0.0
139	3325.000	0.0	4087.7	0.0	0.0
140	3350.000	0.0	5684.1	0.0	0.0
141	3375.000	0.0	4585.5	0.0	0.0
142	3400.000	55.6	1215.5	0.0	0.0
143	3425.000	834.9	0.0	0.0	0.0
144	3437.060	334.5	0.0	0.0	0.0
145	3450.000	32.2	113.6	0.0	0.0
146	3464.476	0.0	628.7	0.0	0.0
147	3475.000	0.0	1399.5	0.0	0.0
148	3500.000	0.0	5264.0	0.0	0.0
149	3525.000	0.0	12706.2	0.0	0.0
150	3550.000	0.0	17356.7	0.0	0.0
151	3575.000	0.0	15188.9	0.0	0.0
152	3600.000	0.0	10182.8	0.0	0.0
153	3625.000	0.0	4916.4	0.0	0.0
154	3650.000	0.0	2025.0	0.0	0.0
155	3675.000	0.0	905.3	0.0	0.0

156	3700.000	16.6	1273.0	0.0	0.0
157	3725.000	10.0	2243.3	0.0	0.0
158	3775.000	112.1	3873.7	0.0	0.0
159	3800.000	61.5	1745.4	0.0	0.0
160	3825.000	63.5	1095.9	0.0	0.0
161	3850.000	119.1	627.6	0.0	0.0
162	3875.000	105.7	330.2	0.0	0.0
163	3882.803	109.5	179.0	0.0	0.0
164	3900.000	195.7	104.5	0.0	0.0
165	3925.000	230.4	169.8	0.0	0.0
166	3950.000	261.8	256.6	0.0	0.0
167	3975.000	451.9	2.0	0.0	0.0
168	4000.000	553.4	0.0	0.0	0.0
169	4025.000	387.3	0.0	0.0	0.0
170	4050.000	514.7	0.0	0.0	0.0
171	4075.000	512.2	0.0	0.0	0.0
172	4100.000	479.7	0.0	0.0	0.0
173	4125.000	417.4	0.0	0.0	0.0
174	4150.000	376.4	3.0	0.0	0.0
175	4175.000	452.4	0.0	0.0	0.0
176	4200.000	588.5	0.0	0.0	0.0
177	4225.000	507.6	0.0	0.0	0.0
178	4250.000	487.6	0.0	0.0	0.0
179	4275.000	419.2	684.2	0.0	0.0
180	4304.912	57.0	1567.3	0.0	0.0
181	4325.000	16.5	1742.8	0.0	0.0
182	4350.000	88.9	1716.0	0.0	0.0
183	4375.000	218.5	984.7	0.0	0.0
184	4400.000	337.9	1037.6	0.0	0.0
185	4429.912	255.1	1446.2	0.0	0.0
186	4450.000	394.4	615.5	0.0	0.0
187	4475.000	328.9	549.1	0.0	0.0
188	4500.000	458.7	562.9	0.0	0.0
189	4525.000	424.5	579.1	0.0	0.0
190	4550.000	448.1	783.9	0.0	0.0
191	4575.000	467.8	806.7	0.0	0.0
192	4600.000	423.7	619.4	0.0	0.0
193	4625.000	455.6	247.2	0.0	0.0
194	4650.000	618.9	0.0	0.0	0.0
195	4675.000	719.3	0.0	0.0	0.0

196	4700.000	689.5	2.3	0.0	0.0
197	4725.000	750.2	12.4	0.0	0.0
198	4750.000	678.9	97.3	0.0	0.0
199	4775.000	747.7	147.2	0.0	0.0
200	4800.000	759.2	158.9	0.0	0.0
201	4825.000	488.0	201.5	0.0	0.0
202	4838.068	291.8	172.0	0.0	0.0
203	4850.000	386.3	296.5	0.0	0.0
204	4875.000	232.5	785.8	0.0	0.0
205	4900.000	176.3	288.5	0.0	0.0
206	4925.000	74.6	335.2	0.0	0.0
207	4950.000	21.7	430.4	0.0	0.0
208	4963.068	11.5	334.4	0.0	0.0
209	4975.000	13.0	562.4	0.0	0.0
210	5000.000	25.1	623.1	0.0	0.0
211	5025.000	25.8	668.3	0.0	0.0
212	5050.000	36.4	349.2	0.0	0.0
213	5075.000	72.9	287.1	0.0	0.0
214	5100.000	58.0	118.4	0.0	0.0
215	5125.000	280.9	66.1	0.0	0.0
216	5150.000	1633.3	0.1	0.0	0.0
217	5175.000	2203.3	0.0	0.0	0.0
218	5200.000	154.5	285.3	0.0	0.0
219	5225.000	451.2	75.2	0.0	0.0
220	5250.000	615.0	0.0	0.0	0.0
221	5275.000	363.7	0.0	0.0	0.0
222	5287.265	103.9	0.0	0.0	0.0
		124255	***734757***	***0***	***0***

2. Volumes de chaussée :

VOLUMES CHAUSSEE						
N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE	T.P.C.
PROFIL	CURVILIGNE	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	41.3	37.5	21.0	1.8	0.0
2	25.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
3	50.000	81.6	74.5	42.0	3.6	0.0
4	75.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
5	100.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
6	125.000	81.2	74.5	42.0	3.6	0.0
7	150.000	81.3	74.5	42.0	3.6	0.0
8	175.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
9	200.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
10	225.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
11	250.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
12	275.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
13	300.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
14	325.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
15	350.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
16	375.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
17	400.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
18	425.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
19	450.000	82.3	75.0	42.0	3.6	0.0
20	475.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
21	500.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
22	525.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
23	550.000	73.0	66.2	37.1	3.2	0.0
24	569.132	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
25	600.000	90.5	83.1	46.9	4.0	0.0
26	625.000	82.3	75.0	42.0	3.6	0.0
27	650.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
28	675.000	82.5	75.0	42.0	3.6	0.0
29	700.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
30	725.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
31	750.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
32	775.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
33	800.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
34	825.000	63.5	57.6	32.3	2.8	0.0

35	838.395	41.3	37.5	21.0	1.8	0.0
36	850.000	59.3	54.4	30.7	2.6	0.0
37	875.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
38	900.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
39	925.000	81.1	74.4	42.0	3.6	0.0
40	950.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
41	975.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
42	1000.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
43	1025.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
44	1050.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
45	1075.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
46	1100.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
47	1125.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
48	1150.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
49	1175.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
50	1200.000	85.3	77.6	43.4	3.7	0.0
51	1226.696	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
52	1250.000	79.0	72.0	40.6	3.5	0.0
53	1275.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
54	1300.000	69.6	63.6	35.9	3.1	0.0
55	1317.696	41.3	37.5	21.0	1.8	0.0
56	1325.000	53.4	48.5	27.1	2.3	0.0
57	1350.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
58	1375.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
59	1400.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
60	1425.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
61	1450.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
62	1475.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
63	1500.000	66.2	60.2	33.7	2.9	0.0
64	1515.108	41.8	37.7	21.0	1.8	0.0
65	1525.000	57.7	52.3	29.3	2.5	0.0
66	1550.000	81.5	74.5	42.0	3.6	0.0
67	1575.000	91.8	83.6	47.1	4.0	0.0
68	1606.108	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
69	1625.000	71.8	65.4	36.9	3.2	0.0
70	1650.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
71	1675.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
72	1700.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0

73	1725.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
74	1750.000	82.2	75.0	42.0	3.6	0.0
75	1775.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
76	1800.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
77	1825.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
78	1850.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
79	1875.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
80	1900.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
81	1925.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
82	1950.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
83	1975.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
84	2000.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
85	2025.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
86	2050.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
87	2075.000	60.7	54.9	30.5	2.6	0.0
88	2086.347	41.3	37.5	21.0	1.8	0.0
89	2100.000	63.9	58.0	32.5	2.8	0.0
90	2125.000	85.2	77.7	43.8	3.8	0.0
91	2152.101	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
92	2175.000	79.2	71.8	40.2	3.4	0.0
93	2200.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
94	2225.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
95	2250.000	78.4	70.8	39.4	3.4	0.0
96	2271.890	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
97	2300.000	88.8	80.2	44.6	3.8	0.0
98	2325.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
99	2350.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
100	2375.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
101	2400.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
102	2425.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
103	2450.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
104	2475.000	56.2	50.7	28.2	2.4	0.0
105	2483.604	41.8	37.7	21.0	1.8	0.0
106	2500.000	69.2	62.5	34.8	3.0	0.0
107	2525.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
108	2550.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
109	2575.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
110	2600.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0

111	2625.000	81.7	74.5	42.0	3.6	0.0
112	2650.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
113	2675.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
114	2700.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
115	2725.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
116	2750.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
117	2775.000	83.7	76.3	43.0	3.7	0.0
118	2801.174	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
119	2825.000	79.9	72.8	41.0	3.5	0.0
120	2850.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
121	2875.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
122	2900.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
123	2925.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
124	2950.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
125	2975.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
126	3000.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
127	3025.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
128	3050.000	78.8	71.2	39.6	3.4	0.0
129	3072.129	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
130	3100.000	88.4	79.8	44.4	3.8	0.0
131	3125.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
132	3150.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
133	3175.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
134	3200.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
135	3225.000	91.2	82.4	45.9	3.9	0.0
136	3254.595	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
137	3275.000	74.8	68.1	38.1	3.3	0.0
138	3300.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
139	3325.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
140	3350.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
141	3375.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
142	3400.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
143	3425.000	60.6	55.2	31.1	2.7	0.0
144	3437.060	40.9	37.3	21.0	1.8	0.0
145	3450.000	45.3	41.1	23.0	2.0	0.0
146	3464.476	41.8	37.7	21.0	1.8	0.0
147	3475.000	59.4	53.6	29.8	2.6	0.0
148	3500.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0

149	3525.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
150	3550.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
151	3575.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
152	3600.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
153	3625.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
154	3650.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
155	3675.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
156	3700.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
157	3725.000	125.3	113.2	63.0	5.4	0.0
158	3775.000	124.2	113.0	63.0	5.4	0.0
159	3800.000	82.7	75.3	42.0	3.6	0.0
160	3825.000	82.6	75.0	42.0	3.6	0.0
161	3850.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
162	3875.000	54.2	49.2	27.6	2.4	0.0
163	3882.803	41.3	37.5	21.0	1.8	0.0
164	3900.000	69.8	63.3	35.4	3.0	0.0
165	3925.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
166	3950.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
167	3975.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
168	4000.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
169	4025.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
170	4050.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
171	4075.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
172	4100.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
173	4125.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
174	4150.000	81.6	74.5	42.0	3.6	0.0
175	4175.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
176	4200.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
177	4225.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
178	4250.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
179	4275.000	90.8	82.4	46.1	4.0	0.0
180	4304.912	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
181	4325.000	74.6	67.6	37.9	3.2	0.0
182	4350.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
183	4375.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
184	4400.000	90.8	82.4	46.1	4.0	0.0
185	4429.912	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
186	4450.000	74.5	67.6	37.9	3.2	0.0

187	4475.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
188	4500.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
189	4525.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
190	4550.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
191	4575.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
192	4600.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
193	4625.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
194	4650.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
195	4675.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
196	4700.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
197	4725.000	81.4	74.5	42.0	3.6	0.0
198	4750.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
199	4775.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
200	4800.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
201	4825.000	62.9	57.1	32.0	2.7	0.0
202	4838.068	41.3	37.5	21.0	1.8	0.0
203	4850.000	61.1	55.4	31.0	2.7	0.0
204	4875.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
205	4900.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
206	4925.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
207	4950.000	63.6	57.5	32.0	2.7	0.0
208	4963.068	41.8	37.7	21.0	1.8	0.0
209	4975.000	61.7	55.8	31.0	2.7	0.0
210	5000.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
211	5025.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
212	5050.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
213	5075.000	83.6	75.5	42.0	3.6	0.0
214	5100.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
215	5125.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
216	5150.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
217	5175.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
218	5200.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
219	5225.000	82.7	75.0	42.0	3.6	0.0
220	5250.000	81.8	74.5	42.0	3.6	0.0
221	5275.000	61.0	55.6	31.3	2.7	0.0
222	5287.265	20.1	18.3	10.3	0.9	0.0
		17501	***15877***	***8883***	***761***	***0***

3. TABULATION DE L'AXE :

TABULATION								
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	58.153	58.426	585157.267	4061790.152	225.156g	2.50	-2.50
2	25.000	57.511	58.451	585180.340	4061780.529	225.156g	2.50	-2.50
3	50.000	56.401	58.483	585203.413	4061770.905	225.156g	2.50	-2.50
4	75.000	56.471	58.522	585226.487	4061761.281	225.156g	2.50	-2.50
5	100.000	57.808	58.568	585249.560	4061751.657	225.156g	2.50	-2.50
6	125.000	57.768	58.621	585272.634	4061742.033	225.156g	2.50	-2.50
7	150.000	57.954	58.681	585295.707	4061732.410	225.156g	2.50	-2.50
8	175.000	58.138	58.748	585318.780	4061722.786	225.156g	2.50	-2.50
9	200.000	58.141	58.822	585341.854	4061713.162	225.156g	2.50	-2.50
10	225.000	58.274	58.902	585364.927	4061703.538	225.156g	2.50	-2.50
11	250.000	58.379	58.990	585388.001	4061693.914	225.156g	2.50	-2.50
12	275.000	58.572	59.084	585411.074	4061684.290	225.156g	2.50	-2.50
13	300.000	59.157	59.186	585434.147	4061674.667	225.156g	2.50	-2.50
14	325.000	59.246	59.294	585457.221	4061665.043	225.156g	2.50	-2.50
15	350.000	59.359	59.409	585480.294	4061655.419	225.156g	2.50	-2.50
16	375.000	59.182	59.531	585503.368	4061645.795	225.156g	2.50	-2.50
17	400.000	59.750	59.660	585526.441	4061636.171	225.156g	2.50	-2.50
18	425.000	59.414	59.796	585549.515	4061626.548	225.156g	2.50	-2.50
19	450.000	59.626	59.939	585572.588	4061616.924	225.156g	2.50	-2.50
20	475.000	59.440	60.089	585595.661	4061607.300	225.156g	2.50	-2.50
21	500.000	59.412	60.246	585618.735	4061597.676	225.156g	2.50	-2.50
22	525.000	59.589	60.409	585641.808	4061588.052	225.156g	2.50	-2.50
23	550.000	59.707	60.580	585664.882	4061578.428	225.156g	2.50	-2.50
24	569.132	59.746	60.715	585682.539	4061571.063	225.156g	2.50	-2.50
25	600.000	59.819	60.942	585710.895	4061558.868	226.560g	2.50	-2.50
26	625.000	59.845	61.133	585733.659	4061548.534	227.697g	2.50	-2.50
27	650.000	60.399	61.331	585756.235	4061537.796	228.834g	2.50	-2.50
28	675.000	60.381	61.536	585778.615	4061526.656	229.971g	2.50	-2.50
29	700.000	63.762	61.748	585800.793	4061515.118	231.107g	2.50	-2.50
30	725.000	66.722	61.967	585822.762	4061503.186	232.244g	2.50	-2.50
31	750.000	63.414	62.193	585844.514	4061490.864	233.381g	2.50	-2.50
32	775.000	61.030	62.426	585866.042	4061478.155	234.518g	2.50	-2.50
33	800.000	61.357	62.666	585887.340	4061465.064	235.655g	2.50	-2.50

34	825.000	61.775	62.912	585908.401	4061451.594	236.791g	2.50	-2.50
35	838.395	61.888	63.047	585919.585	4061444.223	237.401g	2.50	-2.50
36	850.000	62.062	63.166	585929.245	4061437.791	237.401g	2.50	-2.50
37	875.000	62.281	63.426	585950.053	4061423.934	237.401g	2.50	-2.50
38	900.000	62.259	63.693	585970.861	4061410.077	237.401g	2.50	-2.50
39	925.000	62.645	63.968	585991.670	4061396.221	237.401g	2.50	-2.50
40	950.000	66.579	64.249	586012.478	4061382.364	237.401g	2.50	-2.50
41	975.000	66.476	64.537	586033.287	4061368.507	237.401g	2.50	-2.50
42	1000.000	66.472	64.832	586054.095	4061354.650	237.401g	2.50	-2.50
43	1025.000	68.280	65.134	586074.903	4061340.793	237.401g	2.50	-2.50
44	1050.000	68.621	65.443	586095.712	4061326.937	237.401g	2.50	-2.50
45	1075.000	66.867	65.758	586116.520	4061313.080	237.401g	2.50	-2.50
46	1100.000	65.855	66.080	586137.329	4061299.223	237.401g	2.50	-2.50
47	1125.000	65.339	66.367	586158.137	4061285.366	237.401g	2.50	-2.50
48	1150.000	66.114	66.592	586178.945	4061271.509	237.401g	2.50	-2.50
49	1175.000	66.322	66.774	586199.754	4061257.653	237.401g	2.50	-2.50
50	1200.000	66.148	66.963	586220.562	4061243.796	237.401g	2.50	-1.41
51	1226.696	66.488	67.177	586242.782	4061228.999	237.401g	2.50	0.50
52	1250.000	66.627	67.372	586262.216	4061216.138	236.858g	2.50	2.16
53	1275.000	66.846	67.591	586283.309	4061202.720	235.069g	3.95	3.95
54	1300.000	67.020	67.819	586304.894	4061190.112	232.030g	5.74	5.74
55	1317.696	67.063	67.987	586320.580	4061181.924	229.125g	7.00	7.00
56	1325.000	67.269	68.057	586327.166	4061178.766	227.796g	7.00	7.00
57	1350.000	67.354	68.305	586350.179	4061169.012	223.249g	7.00	7.00
58	1375.000	67.884	68.563	586373.829	4061160.925	218.701g	7.00	7.00
59	1400.000	68.132	68.830	586397.996	4061154.547	214.154g	7.00	7.00
60	1425.000	67.511	69.107	586422.557	4061149.909	209.607g	7.00	7.00
61	1450.000	67.556	69.394	586447.386	4061147.036	205.060g	7.00	7.00
62	1475.000	69.270	69.690	586472.357	4061145.943	200.512g	7.00	7.00
63	1500.000	68.783	69.996	586497.342	4061146.634	195.965g	7.00	7.00
64	1515.108	69.472	70.186	586512.394	4061147.916	193.217g	7.00	7.00
65	1525.000	69.290	70.312	586522.215	4061149.102	191.516g	6.29	6.29
66	1550.000	67.111	70.638	586546.885	4061153.130	188.087g	4.51	4.51
67	1575.000	69.150	70.973	586571.356	4061158.240	185.908g	2.72	2.72
68	1606.108	67.541	71.404	586601.633	4061165.377	184.941g	2.50	0.50
69	1625.000	67.264	71.673	586620.000	4061169.804	184.941g	2.50	-0.85
70	1650.000	68.062	72.037	586644.303	4061175.663	184.941g	2.50	-2.50
71	1675.000	68.959	72.411	586668.607	4061181.521	184.941g	2.50	-2.50
72	1700.000	71.016	72.795	586692.911	4061187.380	184.941g	2.50	-2.50
73	1725.000	69.178	73.189	586717.215	4061193.239	184.941g	2.50	-2.50

74	1750.000	70.255	73.592	586741.519	4061199.097	184.941g	2.50	-2.50
75	1775.000	71.311	74.005	586765.823	4061204.956	184.941g	2.50	-2.50
76	1800.000	74.402	74.428	586790.126	4061210.814	184.941g	2.50	-2.50
77	1825.000	75.147	74.860	586814.430	4061216.673	184.941g	2.50	-2.50
78	1850.000	75.721	75.302	586838.734	4061222.532	184.941g	2.50	-2.50
79	1875.000	76.189	75.775	586863.038	4061228.390	184.941g	2.50	-2.50
80	1900.000	77.712	76.310	586887.342	4061234.249	184.941g	2.50	-2.50
81	1925.000	78.892	76.907	586911.646	4061240.108	184.941g	2.50	-2.50
82	1950.000	83.191	77.567	586935.949	4061245.966	184.941g	2.50	-2.50
83	1975.000	87.072	78.289	586960.253	4061251.825	184.941g	2.50	-2.50
84	2000.000	88.451	79.074	586984.557	4061257.683	184.941g	2.50	-2.50
85	2025.000	86.854	79.921	587008.861	4061263.542	184.941g	2.08	-2.50
86	2050.000	85.880	80.831	587033.165	4061269.401	184.941g	0.29	-2.50
87	2075.000	86.138	81.804	587057.469	4061275.259	184.941g	-1.49	-2.50
88	2086.347	90.879	82.266	587068.500	4061277.918	184.941g	-2.30	-2.50
89	2100.000	96.078	82.838	587081.776	4061281.104	185.142g	-3.28	-3.28
90	2125.000	81.585	83.936	587106.150	4061286.660	186.548g	-5.06	-5.06
91	2152.101	82.911	85.196	587132.763	4061291.763	189.592g	-7.00	-7.00
92	2175.000	83.960	86.318	587155.442	4061294.914	192.832g	-7.00	-7.00
93	2200.000	87.872	87.602	587180.349	4061297.031	196.369g	-7.00	-7.00
94	2225.000	89.949	88.909	587205.335	4061297.763	199.905g	-7.00	-7.00
95	2250.000	92.241	90.216	587230.324	4061297.106	203.442g	-7.00	-7.00
96	2271.890	98.521	91.361	587252.145	4061295.392	206.539g	-7.00	-7.00
97	2300.000	107.380	92.830	587280.004	4061291.677	210.252g	-5.74	-5.74
98	2325.000	105.623	94.137	587304.579	4061287.102	213.110g	-4.62	-4.62
99	2350.000	104.794	95.444	587328.944	4061281.509	215.551g	-3.50	-3.50
100	2375.000	107.017	96.751	587353.098	4061275.065	217.574g	-2.37	-2.50
101	2400.000	111.565	98.058	587377.059	4061267.936	219.179g	-1.25	-2.50
102	2425.000	111.113	99.365	587400.859	4061260.282	220.367g	-0.13	-2.50
103	2450.000	109.447	100.672	587424.538	4061252.264	221.137g	0.99	-2.50
104	2475.000	111.979	101.979	587448.145	4061244.036	221.490g	2.11	-2.50
105	2483.604	112.015	102.429	587456.263	4061241.185	221.515g	2.50	-2.50
106	2500.000	111.628	103.286	587471.734	4061235.756	221.425g	2.50	-2.01
107	2525.000	111.219	104.593	587495.358	4061227.577	220.942g	2.50	-1.26
108	2550.000	110.611	105.900	587519.070	4061219.655	220.042g	2.50	-0.51
109	2575.000	109.837	107.207	587542.915	4061212.148	218.724g	2.50	0.23
110	2600.000	108.278	108.514	587566.934	4061205.214	216.988g	2.50	0.98
111	2625.000	108.231	109.821	587591.152	4061199.018	214.835g	2.50	1.73
112	2650.000	107.790	111.128	587615.584	4061193.724	212.264g	2.50	2.48
113	2675.000	106.797	112.435	587640.222	4061189.502	209.275g	3.23	3.23

114	2700.000	106.189	113.742	587665.041	4061186.522	205.869g	3.97	3.97
115	2725.000	106.051	115.049	587689.988	4061184.956	202.045g	4.72	4.72
116	2750.000	105.216	116.356	587714.984	4061184.972	197.804g	5.47	5.47
117	2775.000	107.473	117.663	587739.916	4061186.733	193.145g	6.22	6.22
118	2801.174	112.337	119.032	587765.792	4061190.615	187.819g	7.00	7.00
119	2825.000	116.309	120.277	587788.979	4061196.070	182.763g	7.00	7.00
120	2850.000	121.326	121.584	587812.762	4061203.752	177.458g	7.00	7.00
121	2875.000	128.033	122.891	587835.823	4061213.386	172.153g	7.00	7.00
122	2900.000	135.184	124.198	587858.002	4061224.907	166.848g	7.00	7.00
123	2925.000	139.701	125.505	587879.145	4061238.234	161.543g	7.00	7.00
124	2950.000	143.118	126.812	587899.106	4061253.275	156.237g	7.00	7.00
125	2975.000	145.948	128.085	587917.745	4061269.925	150.932g	7.00	7.00
126	3000.000	148.493	129.167	587934.934	4061288.068	145.627g	7.00	7.00
127	3025.000	152.734	130.042	587950.552	4061307.580	140.322g	7.00	7.00
128	3050.000	152.065	130.707	587964.493	4061328.323	135.017g	7.00	7.00
129	3072.129	149.667	131.123	587975.354	4061347.598	130.321g	7.00	7.00
130	3100.000	146.213	131.414	587987.025	4061372.898	124.858g	5.55	5.55
131	3125.000	143.928	131.455	587995.762	4061396.317	120.727g	4.25	4.25
132	3150.000	141.450	131.288	588003.098	4061420.213	117.322g	2.95	2.95
133	3175.000	138.239	130.912	588009.286	4061444.434	114.645g	2.50	1.64
134	3200.000	137.170	130.328	588014.589	4061468.864	112.694g	2.50	0.34
135	3225.000	134.277	129.536	588019.282	4061493.419	111.470g	2.50	-0.96
136	3254.595	133.158	128.328	588024.430	4061522.562	110.961g	2.50	-2.50
137	3275.000	128.821	127.326	588027.951	4061542.662	111.203g	1.44	-2.50
138	3300.000	127.440	125.965	588032.489	4061567.246	112.160g	0.14	-2.50
139	3325.000	128.581	124.598	588037.536	4061591.731	113.843g	-1.16	-2.50
140	3350.000	127.957	123.230	588043.367	4061616.039	116.254g	-2.47	-2.50
141	3375.000	126.363	121.862	588050.251	4061640.070	119.391g	-3.77	-3.77
142	3400.000	121.188	120.495	588058.445	4061663.685	123.255g	-5.07	-5.07
143	3425.000	117.099	119.127	588068.188	4061686.703	127.846g	-6.37	-6.37
144	3437.060	117.376	118.467	588073.505	4061697.527	130.321g	-7.00	-7.00
145	3450.000	117.667	117.760	588079.684	4061708.895	133.067g	-7.00	-7.00
146	3464.476	118.047	116.968	588087.170	4061721.284	136.139g	-7.00	-7.00
147	3475.000	118.329	116.392	588092.981	4061730.057	138.344g	-6.76	-6.76
148	3500.000	117.926	115.024	588107.949	4061750.073	143.357g	-6.19	-6.19
149	3525.000	122.557	113.657	588124.399	4061768.891	148.053g	-5.63	-5.63
150	3550.000	124.305	112.304	588142.148	4061786.490	152.432g	-5.06	-5.06
151	3575.000	122.353	111.011	588161.024	4061802.875	156.494g	-4.49	-4.49
152	3600.000	119.340	109.780	588180.869	4061818.073	160.239g	-3.92	-3.92
153	3625.000	113.904	108.612	588201.539	4061832.130	163.667g	-3.35	-3.35

154	3650.000	109.825	107.506	588222.904	4061845.108	166.778g	-2.79	-2.79
155	3675.000	107.451	106.463	588244.848	4061857.082	169.572g	-2.22	-2.50
156	3700.000	105.965	105.482	588267.269	4061868.137	172.049g	-1.65	-2.50
157	3725.000	105.575	104.564	588290.078	4061878.369	174.209g	-1.08	-2.50
158	3775.000	103.147	102.915	588336.561	4061896.774	177.577g	0.05	-2.50
159	3800.000	102.337	102.184	588360.110	4061905.165	178.786g	0.62	-2.50
160	3825.000	101.542	101.515	588383.795	4061913.167	179.677g	1.19	-2.50
161	3850.000	100.404	100.910	588407.570	4061920.896	180.252g	1.76	-2.50
162	3875.000	99.993	100.366	588431.395	4061928.469	180.509g	2.32	-2.50
163	3882.803	99.630	100.210	588438.836	4061930.820	180.525g	2.50	-2.50
164	3900.000	99.188	99.886	588455.234	4061935.999	180.525g	2.50	-2.50
165	3925.000	98.973	99.461	588479.073	4061943.528	180.525g	2.50	-2.50
166	3950.000	98.823	99.040	588502.913	4061951.058	180.525g	2.50	-2.50
167	3975.000	97.415	98.611	588526.752	4061958.587	180.525g	2.50	-2.50
168	4000.000	96.812	98.174	588550.591	4061966.116	180.525g	2.50	-2.50
169	4025.000	96.869	97.728	588574.431	4061973.645	180.525g	2.50	-2.50
170	4050.000	96.077	97.275	588598.270	4061981.174	180.525g	2.50	-2.50
171	4075.000	95.758	96.814	588622.109	4061988.704	180.525g	2.50	-2.50
172	4100.000	95.091	96.344	588645.948	4061996.233	180.525g	2.50	-2.50
173	4125.000	94.889	95.867	588669.788	4062003.762	180.525g	2.50	-2.50
174	4150.000	94.487	95.382	588693.627	4062011.291	180.525g	2.50	-2.50
175	4175.000	93.753	94.888	588717.466	4062018.820	180.525g	2.50	-2.50
176	4200.000	93.198	94.387	588741.306	4062026.350	180.525g	2.50	-2.50
177	4225.000	92.658	93.877	588765.145	4062033.879	180.525g	2.50	-2.50
178	4250.000	92.159	93.360	588788.984	4062041.408	180.525g	2.50	-2.50
179	4275.000	91.810	92.834	588812.823	4062048.937	180.525g	2.50	-2.50
180	4304.912	92.744	92.195	588841.347	4062057.946	180.525g	2.50	-2.50
181	4325.000	92.687	91.759	588860.497	4062064.011	180.369g	2.50	-1.10
182	4350.000	91.678	91.209	588884.285	4062071.701	179.740g	2.50	0.65
183	4375.000	89.880	90.651	588907.965	4062079.716	178.629g	2.50	2.40
184	4400.000	89.156	90.085	588931.469	4062088.231	177.036g	4.15	4.15
185	4429.912	89.689	89.398	588959.249	4062099.318	174.496g	6.24	6.24
186	4450.000	87.794	88.930	588977.624	4062107.433	172.558g	6.24	6.24
187	4475.000	87.651	88.340	589000.134	4062118.306	170.147g	6.24	6.24
188	4500.000	86.970	87.742	589022.216	4062130.024	167.736g	6.24	6.24
189	4525.000	86.204	87.136	589043.838	4062142.569	165.324g	6.24	6.24
190	4550.000	85.600	86.522	589064.970	4062155.925	162.913g	6.24	6.24
191	4575.000	84.940	85.900	589085.581	4062170.071	160.501g	6.24	6.24
192	4600.000	84.387	85.270	589105.641	4062184.988	158.090g	6.24	6.24
193	4625.000	83.617	84.631	589125.123	4062200.654	155.678g	6.24	6.24

194	4650.000	82.803	83.985	589143.996	4062217.046	153.267g	6.24	6.24
195	4675.000	81.933	83.331	589162.236	4062234.141	150.856g	6.24	6.24
196	4700.000	81.290	82.669	589179.815	4062251.914	148.444g	6.24	6.24
197	4725.000	80.553	81.998	589196.708	4062270.341	146.033g	6.24	6.24
198	4750.000	79.879	81.320	589212.892	4062289.394	143.621g	6.24	6.24
199	4775.000	79.194	80.634	589228.342	4062309.046	141.210g	6.24	6.24
200	4800.000	78.601	79.959	589243.037	4062329.270	138.798g	6.24	6.24
201	4825.000	78.221	79.317	589256.956	4062350.035	136.387g	6.24	6.24
202	4838.068	77.981	78.993	589263.916	4062361.095	135.126g	6.24	6.24
203	4850.000	77.764	78.705	589270.081	4062371.311	134.030g	5.41	5.41
204	4875.000	78.258	78.124	589282.474	4062393.022	132.090g	3.66	3.66
205	4900.000	77.317	77.575	589294.283	4062415.056	130.632g	2.50	1.91
206	4925.000	76.968	77.057	589305.670	4062437.312	129.657g	2.50	0.16
207	4950.000	76.802	76.571	589316.798	4062459.699	129.164g	2.50	-1.59
208	4963.068	76.669	76.329	589322.570	4062471.423	129.098g	2.50	-2.50
209	4975.000	76.562	76.115	589327.835	4062482.130	129.098g	2.50	-2.50
210	5000.000	75.989	75.691	589338.868	4062504.564	129.098g	2.50	-2.50
211	5025.000	75.582	75.298	589349.901	4062526.998	129.098g	2.50	-2.50
212	5050.000	75.008	74.937	589360.934	4062549.432	129.098g	2.50	-2.50
213	5075.000	74.237	74.606	589371.967	4062571.865	129.098g	2.50	-2.50
214	5100.000	73.967	74.307	589383.000	4062594.299	129.098g	2.50	-2.50
215	5125.000	73.160	74.039	589394.033	4062616.733	129.098g	2.50	-2.50
216	5150.000	73.058	73.796	589405.066	4062639.167	129.098g	2.50	-2.50
217	5175.000	70.282	73.555	589416.099	4062661.600	129.098g	2.50	-2.50
218	5200.000	72.940	73.315	589427.132	4062684.034	129.098g	2.50	-2.50
219	5225.000	72.017	73.074	589438.165	4062706.468	129.098g	2.50	-2.50
220	5250.000	71.453	72.833	589449.198	4062728.902	129.098g	2.50	-2.50
221	5275.000	71.522	72.592	589460.231	4062751.336	129.098g	2.50	-2.50
222	5287.265	71.474	72.474	589465.644	4062762.342	129.098g	2.50	-2.50

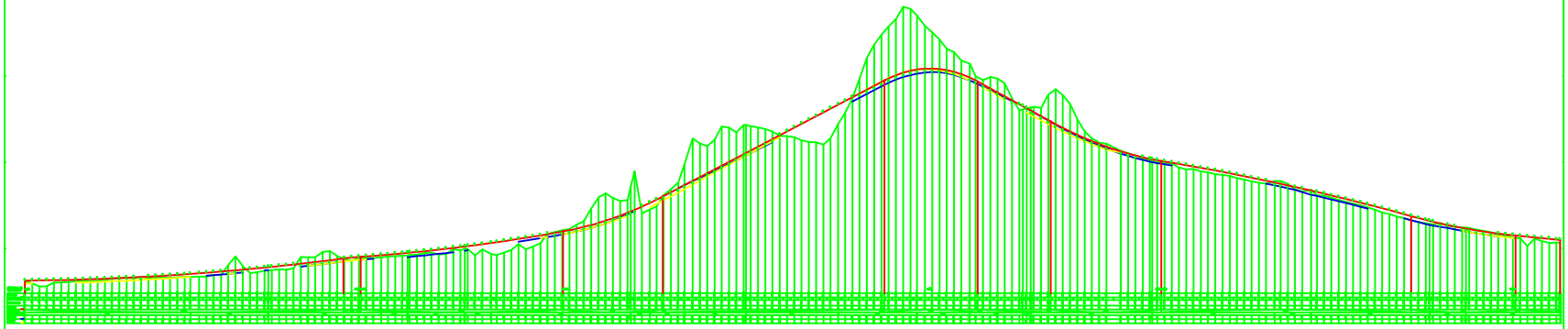
4. PROFIL EN LONG :

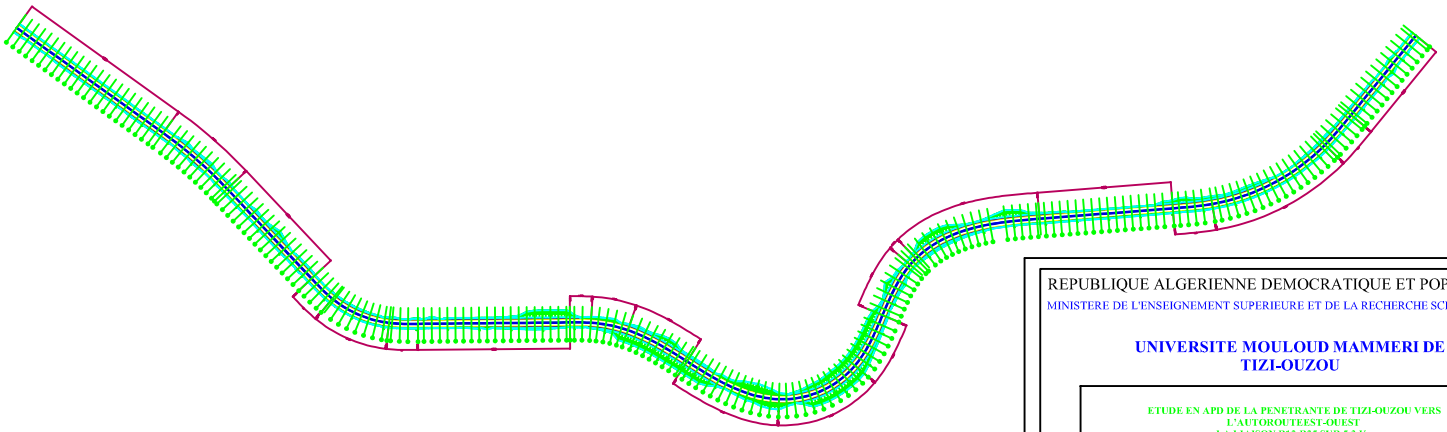
PROFIL EN LONG				
ELEMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
PA1			0.000	58.426
	S= -79.0238 Z= 58.3911			
	R = 90385.65	1097.122		
PA3			1097.122	66.043
	S= 1227.2469 Z= 66.8901			
	R = -10000.00	59.140		
PA2			1156.262	66.638
	S= 699.4893 Z= 65.0169			
	R = 64347.79	696.531		
PA4			1852.793	75.352
	S= 1673.5635 Z= 73.7461			
	R = 10000.00	343.574		
			2196.367	87.412
D1	PENTE= 5.228 %	764.201		
			2960.568	127.365
PA6	S= 3117.4089 Z= 131.4648			
	R = -3000.00	320.953		
			3281.521	126.976
D2	PENTE= -5.470 %	251.252		
			3532.772	113.232
PA7	S= 4079.8111 Z= 98.2690			
	R = 10000.00	381.579		
			3914.352	99.638
PA5	S= 2628.0643 Z= 110.2793			
	R = -77740.35	860.246		
			4774.598	80.645
PA8	S= 5326.8293 Z= 73.0207			
	R = 20000.00	359.625		
			5134.223	73.948
D3	PENTE= -0.963 %	153.043		
			5287.265	72.474
LONGUEUR DE L'AXE 5287.265				

5. AXE EN PLAN :

AXE EN PLAN					
ELEMENTS	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
D1			0.000	585157.267	4061790.152
	GIS = 125.156g	569.132			
			569.132	585682.539	4061571.063
C1	XC= 585143.606				
	YC= 4060278.953				
	R = -1400.000	269.263			
			838.395	585919.585	4061444.223
D2	GIS = 137.401g	388.301			
			1226.696	586242.782	4061228.999
LA1	A = 178.466				
	Rf= 350.000				
	L = 91.000				
			1317.696	586320.580	4061181.924
	XC= 586475.173				
	YC= 4061495.931				
	R = 350.000				
	L = 197.411				
			1515.108	586512.394	4061147.916
	Rd= 350.000				
	A = 178.466				
	L = 91.000	379.411			
			1606.108	586601.633	4061165.377
D3	GIS = 84.941g	480.240			
			2086.347	587068.500	4061277.918
LA2	A = 172.014				
	Rf= -450.000	65.753			
			2152.101	587132.763	4061291.763
C2	XC= 587206.005				
	YC= 4060847.763				
	R = -450.000	119.790			
			2271.890	587252.145	4061295.392
SCC1	Rd= -450.000				
	A = 308.660				
	L = 211.713				
			2483.604	587456.263	4061241.185
	A = 308.660				
	Rf= 300.000				

	L = 317.570	529.283			
			2801.174	587765.792	4061190.615
C3	XC= 587708.742				
	YC= 4061485.141				
	R = 300.000	270.956			
			3072.129	587975.354	4061347.598
SCC2	Rd= 300.000				
	A = 233.965				
	L = 182.465				
			3254.595	588024.430	4061522.562
	A = 233.965				
	Rf= -300.000				
	L = 182.465	364.931			
			3437.060	588073.505	4061697.527
C4	XC= 588340.117				
	YC= 4061559.984				
	R = -300.000	27.417			
			3464.476	588087.170	4061721.284
LA3	Rd= -300.000				
	A = 354.257	418.327			
			3882.803	588438.836	4061930.820
D4	GIS = 80.525g	422.109			
			4304.912	588841.347	4062057.946
LA4	A = 287.228				
	Rf= 660.000				
	L = 125.000				
			4429.912	588959.249	4062099.318
	XC= 588701.859				
	YC= 4062707.061				
	R = 660.000				
	L = 408.156				
			4838.068	589263.916	4062361.095
	Rd= 660.000				
	A = 287.228				
	L = 125.000	658.156			
			4963.068	589322.570	4062471.423
D5	GIS = 29.098g	324.197			
			5287.265	589465.644	4062762.342
LONGUEUR DE L'AXE 5287.265					





REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

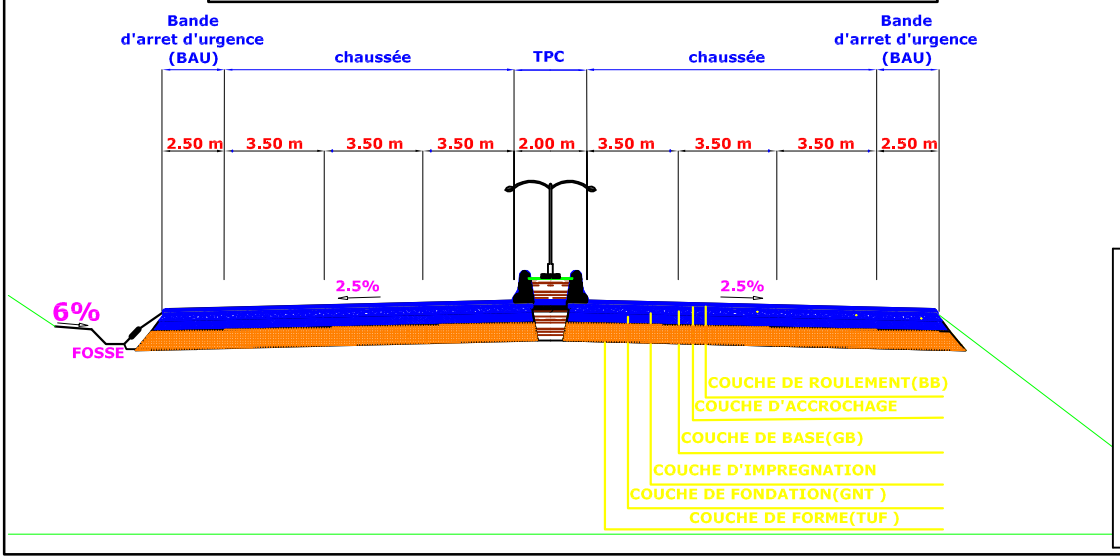
ETUDE EN APD DE LA PENETRANTE DE TIZI-OUZOU VERS L'AUTOROUTEEST-OUEST
LA LIAISON R12-R25 SUR 5,3 Km
AVEC CONCEPTION D'UN ECHANGEUR

AVANT PROJET DETAILLE (APD)

N° PLAN 01	TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG	ELABORE PAR : AOUANA AZOUAOU, AKOUCHE LYES
ECHELLE		
DATE : JUILLET 2013		

UMMTO

PROFIL EN TRAVERS TYPE DE LA CHAUSSEE



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

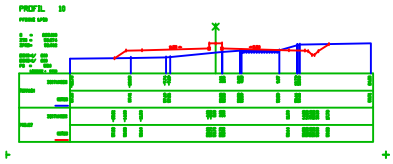
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

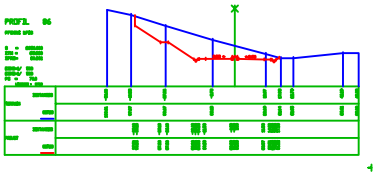
ETUDE EN APD DE LA PENETRANTE DE TIZI-OUZOU VERS L'AUTOROUTEEST-OUEST
LA LIAISON R13-R25 SUR 5,3 Km
AVEC CONCEPTION D'UN ECHANGEUR

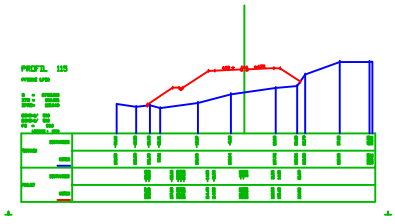
AVANT PROJET DETAILLE (APD)

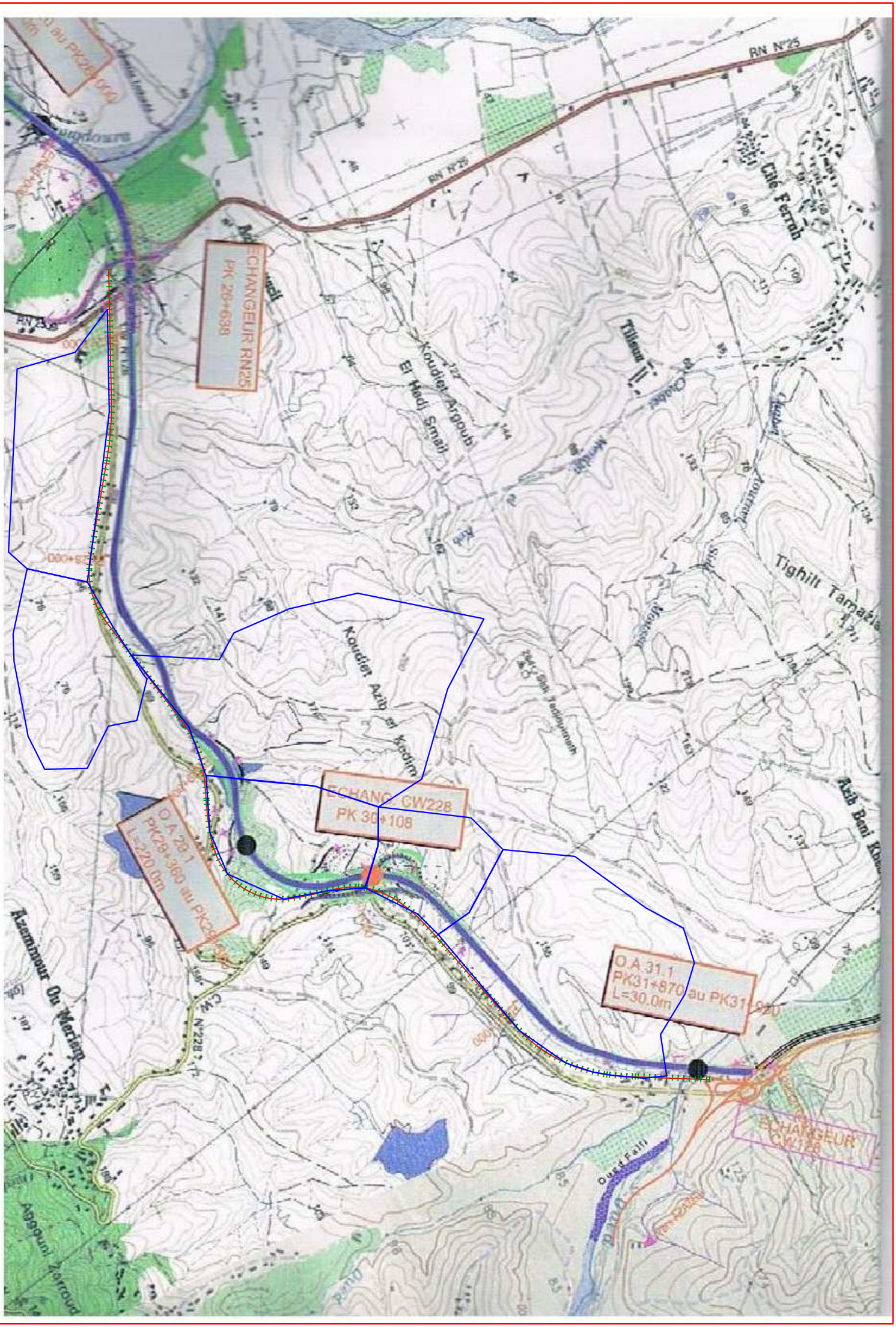
N°PLAN 03	PROFIL EN TRAVERS TYPE DE LA CHAUSSÉE	ELABORE PAR : AOUABA AZOUAOU ARKOUCHE LYES
ECHELLE		
DATE : JUILLET 2013		

UMMTO

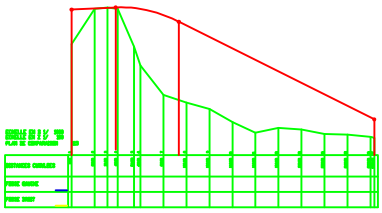




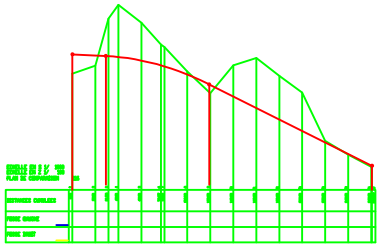




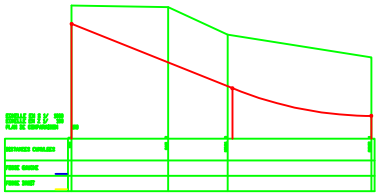
RN N°25
ECHANGEUR RN25
PK 26+638
Koudiet Argoub
El Hadj Smail
Tighilt Tamazia
Koudiet Azib el Kedim
ECHANG. CW228
PK 30+108
O.A 29.1
PK29+360 au PK29+
L=220.0m
O.A 31.1
PK31+870 au PK31+
L=30.0m
ECHANGEUR
CW128
Azemmour Ou Meriem
Aggouni Zarroud
Oued Fatli



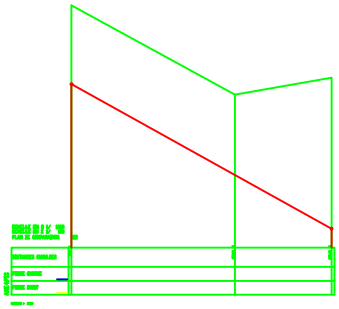
PROFIL EN LONG DE L'AXE 01



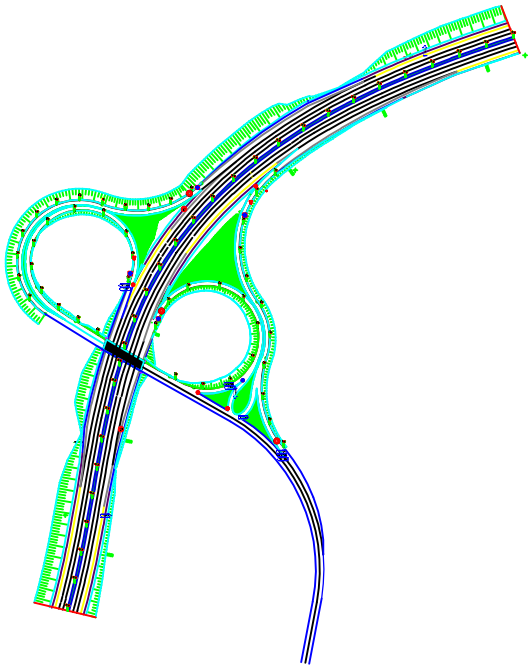
PROFIL EN LONG DE L'AXE 02



PROFIL EN LONG DE L'AXE 03



PROFIL EN LONG DE L'AXE 04



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

ETUDE EN APD DE LA PENETRANTE DE TIZI-OUZOU VERS L'AUTOROUTEEST-OUEST
LA LIAISON R12-R25 SUR 5,3 Km
AVEC CONCEPTION D'UN ECHANGEUR

AVANT PROJET DETAILLE (APD)

N° PLAN 02	ETUDE D'ECHANGEUR EN DEMI-TRÈFLE	ÉLABORÉ PAR : AOUANA AZOUAOU, AKOUCHE LYES
ECHELLE		
DATE : JUILLET 2013		

UMMTO