REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département de Génie Civil

Mémoire de Fin D'études

En vue de l'obtention du diplôme

Master Professionnel en génie civil

Option : voies et ouvrages d'art

Thème

Etude en phase APD d'un tronçon de 3km de la pénétrante de Tizi-Ouzou avec Echangeur en phase APS

Présenté par:

Melle HADIBI THILELLI

Encadré par :

Dr. DEHMOUS Hocine

Remerciement

---

je tiens à remercier tous ceux et celles qui de loin ou de près ont contribué à finaliser ce travail que j'espère sera à la hauteur de mes engagements.
Je cite notamment :

• Mon encadreur, Mr DEHMOUS HOCINE pour qui J'exprime ma gratitude pour son encadrement, et son soutien incessant durant mon projet.
• Mr AIT KACI chef de projet de la réalisation de la pénétrante , qui m'a ouvert les portes de l'entreprise et sa disponibilité durant tout le projet

- Mr HECHICHE pour sa disponibilité et son orientation tout au long du projet

ainsi qu'a l'ensemble du personnels de l'ANA et aux ingénieurs du BCS pour leurs conseilles et orientation fructueuses

- Mes remerciements a tous mes professeurs de l'université Mouloud Mammeri

• Les membres de jury qui me font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.

mes remerciements s'adressent aussi à tous mes enseignants ayant crus en moi et ce depuis le primaire.

Dédicaces

Rien n’est aussi beau à offrir que le fruit d’un labeur que je dédie du fond du cœur à ceux que j’aime et que je remercie en exprimant la **g**ratitude et ma reconnaissance

je dédie ce modeste travail:

a mes chers parents pour leur amour leur soutiens et leurs sacrifices

A mes frères et ma sœur pour leur soutiens et leurs encouragements et leur présence durant tout ce projet

A tous Mes amis qui n'ont cessé de m'encourager :

(kamelia ,Liza , Nabil, Aissa , khaled ,Lyes , Brahim .....)

A tous ceux qui me connaissent, et a tous mes amis et camarades de la faculté et toute la promotions VOA 2017

Mes professeurs de Université Mouloud Mammeri et mon professeur encadreur Mr Dehmous pour son aide et sa précieuse Attention

H.THILELLI

INTRODUCTION

L'aménagement des espaces extérieurs est plus particulièrement de la voirie est un domaine sensible car il doit répondre à un besoin de sécurité, de confort de l'usager et d'une certaine capacité de circulation sans pour autant générer un surcout de réalisation et d'entretien.

La problématique à la base de tout projet routier est née de l'insuffisance des réseaux existants ou de leur saturation.

Pour répondre à celle- ci, les pouvoirs publics ont inscrit plusieurs projets routiers dont la réalisation de grandes infrastructures , parmi elles, la pénétrante nord sud reliant la wilaya de Tizi ouzou à l'autoroute Est -Ouest sur un linéaire de 48 km . Elle permettra d'alléger la charge du trafic routier sur la nationale RN25.

l'objet de ce présent mémoire consiste à l'étude d'un tronçon routier de 3 km, du pk 10+060 au pk 13+330 de la nouvelle pénétrante en cours de réalisation reliant la wilaya de Tizi ouzou à l'autoroute Est- Ouest au niveau de Djebahia dans la wilaya de Bouira avec le choix d'un type d'échangeur pour désenclaver les deux villages d'EL Kmine et Ait Khercha .

SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I présentation du projet

Chapitre II Etude du trafic

Chapitre III Etude géométrique

Chapitre IV Etude géotechnique

Chapitre V Dimensionnement du corps de Chaussée

Chapitre VI Cubatures et terrassement

Chapitre VII Assainissement

Chapitre VIII Echangeur

Chapitre IX Signalisation et équipements

Chapitre X Impact du projet

Conclusion

Bibliographie

Annexes

Tables des matières

CHAPITRE I PRESENTATION DU PROJET

I-1 contexte général

L'étendue géographique de l'Algérie et la nécessité de déplacer les biens et les personnes confèrent au secteur du transport un rôle déterminant dans le développement socio -économique . Le réseau routier composé de l'ensemble des chemins communaux et wilayas, des routes nationales et de l'autoroute assure 90% du volume des échanges. Ceci explique et justifie l'intérêt que représente le développement du réseau routier et de sa modernisation .

La congestion dans la circulation routière observée sur certains axes routiers stratégiques, notamment au niveau de la frange nord du pays durant ces dernières années , induit par une activité économique en augmentation reflétée par un taux de croissance annuel de l'ordre de 8% a 10% selon le rapport CNES 2004 1[1] exige la modernisation et l'élargissement des infrastructures existantes par la réalisation de pénétrantes Nord-Sud qui vont relier la partie nord du pays à l'autoroute Est –Ouest pour, particulièrement, faciliter les accès aux ports (partie littorale du pays) mais aussi réduire les temps de voyages des personnes et d'échanges des marchandises entre les différentes régions du pays. Il est à relever qu'une autoroute des hauts plateaux qui passera par Boughezoul (futur nouvelle ville en création) est prévu en réalisation afin de faciliter le trafic routier Sud- Ouest, Sud-Est. (voir figure 1)

Pour permettre à la wilaya de Tizi ouzou d'accéder à l'autoroute Est-Ouest , tel que prévu dans le schéma directeur routier national , une pénétrante Nord-Sud est en cours de réalisation, elle relie la wilaya de Tizi Ouzou (RN12, Draa ben khedda) à la wilaya de Bouira (Djebbahia)en suivant le linéaire de la RN25.

Le travail de ce présent mémoire consiste à l'étude d'un tronçon routier de cette pénétrante en cours de réalisation en respectant le couloir topographique établi par l'agence nationale des autoroutes .

[1] - KALLI Fatima-Zohra-RAHAL" cours de route : conception des tracés routiers" opu 2011

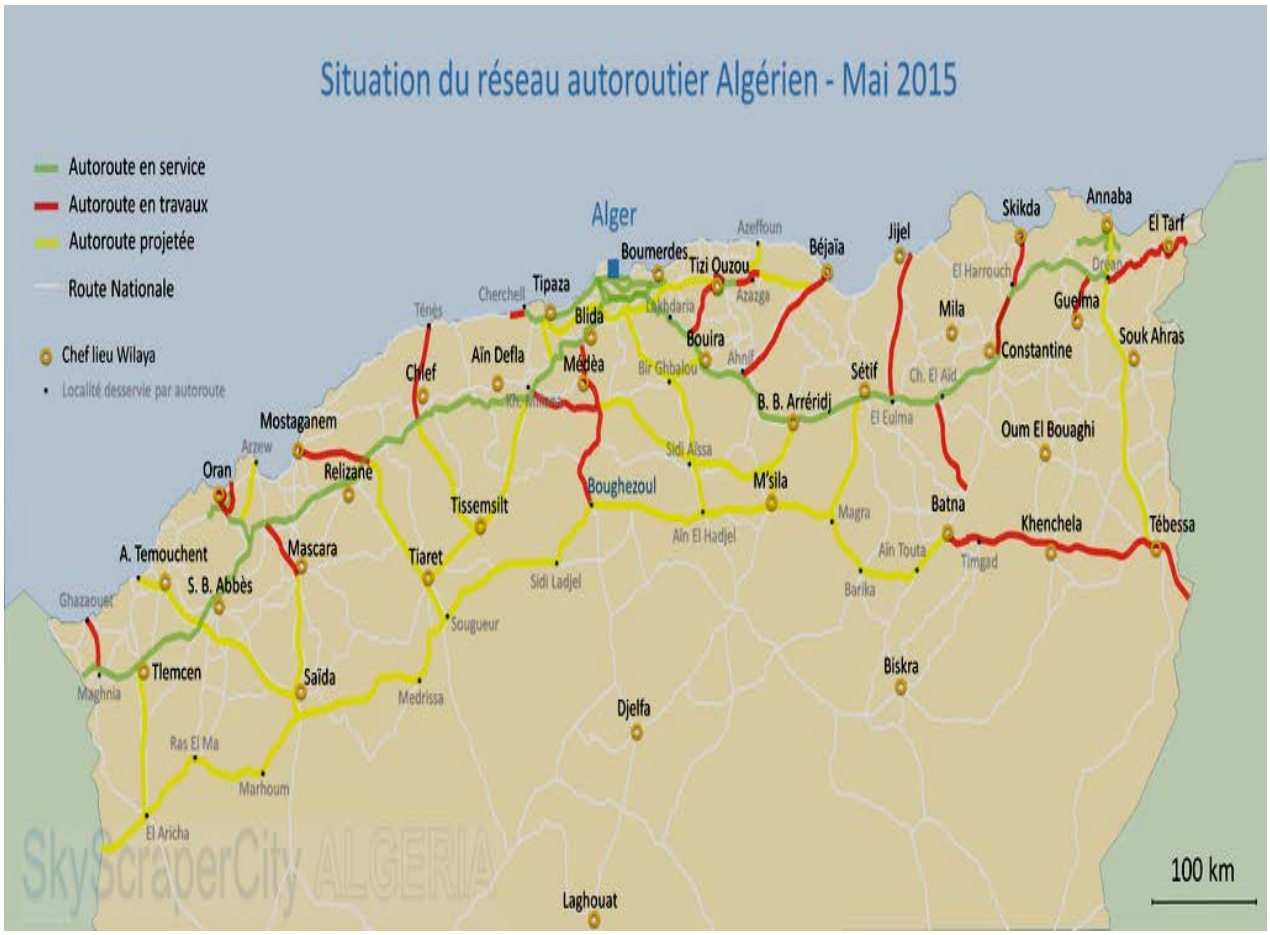


Fig1 situation du réseau routier Algérien Mai 2015

I-2 Présentation générale de la pénétrante

Le projet de la pénétrante autoroutière s'inscrit dans le cadre du schéma directeur national des travaux publics développé par l'agence nationale des autoroutes ayant pour objectif de structurer le réseau routier du pays en mettant en relation la partie nord avec les grand axes transversaux de l' autoroute Est- Ouest et ceux de l'autoroute des hauts plateaux.

I-2-1 Répartition administrative du projet

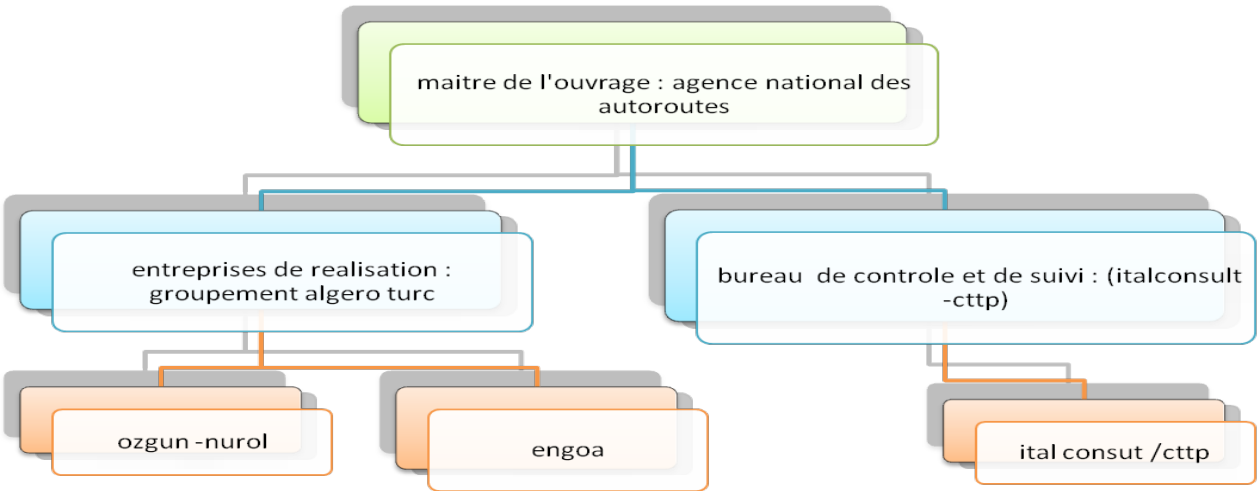


Fig2 Répartition administrative du projet de la pénétrante de Tizi Ouzou - Bouira

ODS de démarrage des travaux : 02 mars 2014

Délais d'exécution : 36mois

I-2-2 Description de la pénétrante

La pénétrante de Tizi Ouzou, d'une distance de 48 km , prend naissance au niveau de l'échangeur du nouveau stade sur la RN12 au nord -ouest de la ville de Tizi Ouzou (prés de la ville de Draa ben khedda) jusqu'à l'autoroute Est -Ouest au niveau de Djebbahia dans la wilaya de Bouira .

La partie la plus longue de ce projet est implantée sur le territoire de la wilaya de Tizi Ouzou, elle débute au niveau de l'échangeur sur la RN12 correspondant au PK0+000 jusqu'à l'entrée du portail du tunnel de Draa el Mizan correspondant au PK36+000 et la seconde partie est sur le territoire de la wilaya de Bouira allant du PK36+000 jusqu'à l'échangeur de Djebbahia PK 48+000

Le tracé de notre projet intercepte un important nombre de chemins de la RN12, CW128, CW228, RN25 ,CW152 ,RN68 et contourne la Ville de Draa ben khedda .

Le premier tronçon de la pénétrante qui va du PK0+000 jusqu'au PK 10+000 passe prés de la zone urbaine de Draa Ben Khedda traverse les plaines de Oued Bougdour et de Oued Falli

Du pk 11+000 jusqu'au pk 15+000 le tracé passe à coté du barrage de Souk Tlata en cours de réalisation

Des échangeurs et des viaducs de grandes longueurs seront nécessaires pour franchir de nombreux ravins et talwegs existants et de la déviations du village Maamar au pk 25+000

La connexion avec les réseaux routiers existants est assurée au moyen de 7 échangeurs .

Les routes traversées par le tracé seront rétablies au moyen de passages inf et sup

Les caractéristiques physiques de la pénétrante répondent à:

- une vitesse de référence de 110 km/h,
- une déclivité max de 6 %
- une chaussée 2x3 vois

La consistance physique de tout le projet est récapitulée et inclue en annexe (synoptique du projet)

I-2-3 Présentation du tronçon d'étude

Le projet Consiste à l'étude en APD(Avant Projet Détaillé) d'un tronçon routier de la pénétrante a partir du point PK10+060 au PK13+330 se trouvant âpres l'échangeur **RN25**

Ce tronçon traverse la région la plus montagneuse du projet et passe à coté du barrage de Souk Tlata

Il sera réaliser en 2x3 voies séparées avec des bandes d'arrêt d'urgence en environnement E3

Localisation du tronçon d'étude sur le projet :

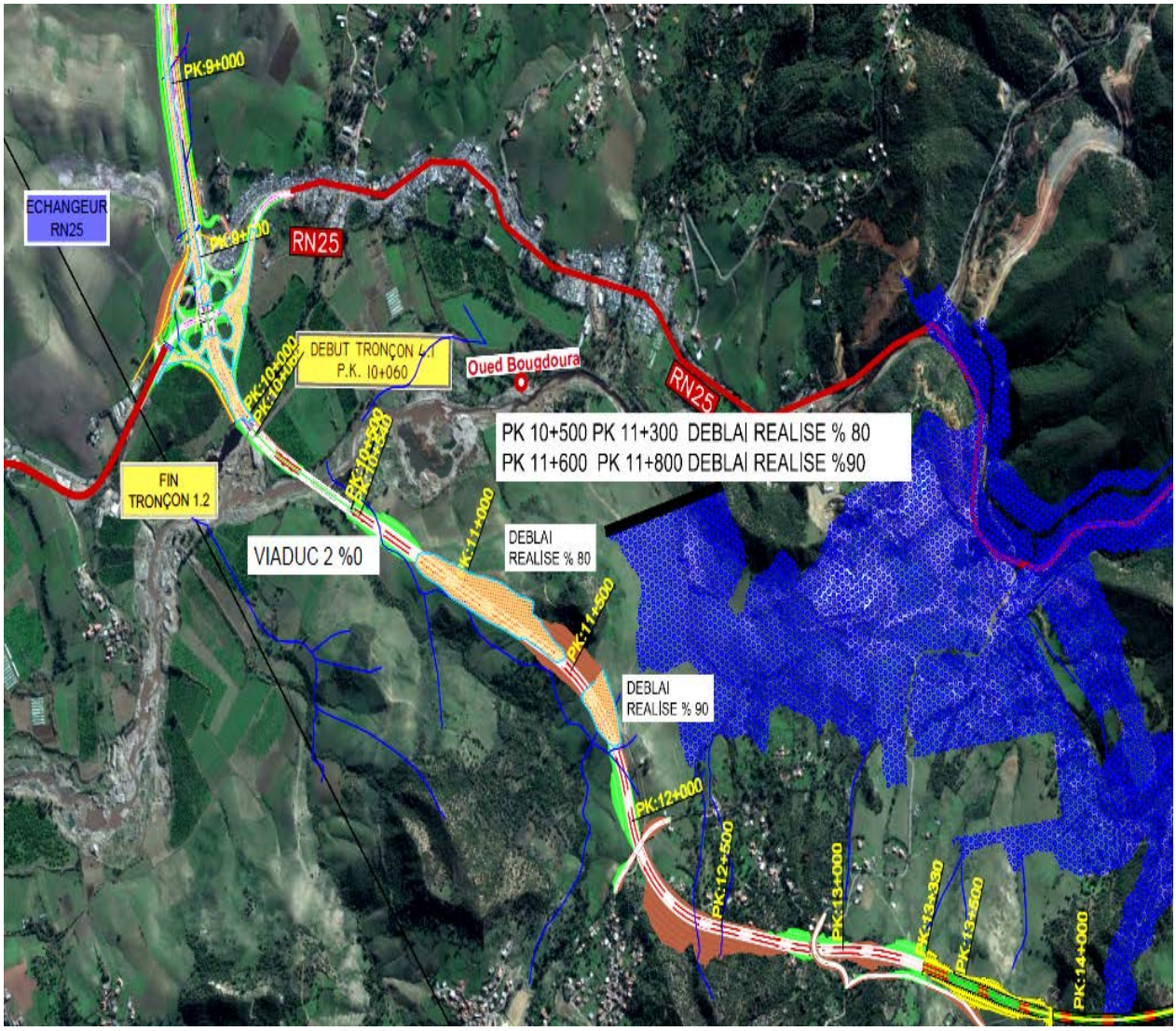


Fig4 Delimitation du tronçon d'etude pk10+060 au pk 13+330 (source ANA)

I-2-4 Données du projet

Dans les termes de références , il m'a été fourni des données concernant les caractéristiques géométriques pour la conception du projet a savoir :

- Vitesse de référence : 110km/h
- Pourcentage des poids lourds : 35%
- Taux de croissance : 4%
- Durée de vie de la chaussée : 20ans
- Trafic journalier moyen : 8016 véhicules / jour/sens
- Levé topographique du couloir d'étude
- Catégorie de la voie L2
- Environnement E3

Ces données associées à celle du trafic prévisionnel et les études géotechniques permettront par la suite de concevoir les profils en travers du tronçon du pk 10+060 au pk 13+330

I-3 Objectifs et utilité du projet

Les réseaux routiers représentent un des piliers fondamentaux du mode de développement des sociétés, Le projet de la pénétrante nord -sud reliant la wilaya de Tizi Ouzou a l'auto route Est - Ouest assure plusieurs avantages tels que :

- Un nouvel axe d'échange entre la wilaya de Tizi Ouzou et la wilaya de Bouira et les wilayas du centre
- A l'échelle régionale et inter régionale l'existence de cette autoroute est un facteur d'implantation de l'activité économique
- Facilite la mobilité des facteurs de production en termes de distance (facteur temps) et leur impacte entre le lieu de production et de consommation
- Soulager la RN12 et la RN25en offrant un raccourci vers l'intérieur en augmentant son niveau de service
- Gains de temps pour les usages de la RN25
- Réduction du temps de parcourt ne dépassant pas 30 min pour rejoindre l'auto route Est-Ouest

CHAPITRE II ETUDE DU TRAFIC

L'étude du trafic est l'étape prééminente qui doit intervenir en amont de tout projet de réflexion relative à la conception des infrastructures routières.

Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et de son évolution futur .

Il s'agit d'effectuer des prévisions lointaines de 10 ans a 20 ans voir plus

cette étude conditionne plusieurs caractéristiques a savoir :

- nombre de voies de circulation
- structure de la chaussée
- revêtement de surface

Il est important d'estimer correctement le trafic réel et prévisible a fin de connaitre le classement de la voie et d'éviter le sous dimensionnement préjudiciable tant a la fluidité du trafic qu'a la durée de vie estimé du corps de chaussée

II-1MESURE DU TRAFIC

Cette étape est importante car elle sert à définir le nombres et les déplacements de véhicules sur les routes existantes pendant une période de temps

l'unité la plus employée qui est le nombre de véhicules par jour (uvp/jour).

L'étude du trafic s'attachera aussi à la connaissance des trafics transitant est leur nature telle que :

- La nature des flux, pour déterminer les points d'échange.
- L'évolution dans le temps du taux de trafic, afin de programmer un investissement pour des aménagements adéquats
- Le pourcentage des poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.

II-2 DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS

Trafic normal

Il représente le trafic circulant sur l'ancien aménagement routier, existant

Trafic dévié

C'est le trafic attiré vers la nouvelle structure routière aménagé, lui permettant d'atteindre la même destination que celle atteinte en empruntant l'ancienne route.

Trafic induit

C'est le trafic qui résulte des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent, et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement

ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

Trafic total

Il représente l'ensemble du trafic circulant sur le nouvel aménagement routier qui est constitué de la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II-3 APPLICATION AU PROJET

II-3-1 Méthode de Prolongation de l'évolution passée

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

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

Ou :

- $TJMA_0$: trafic de l'année de recensement
- τ: Est le taux de croissance annuel du trafic

II-3-2 Détermination du nombre de voies

d'une manière générale le dimensionnement d'une voie prend en compte le seul trafic des poids lourds qui l'empruntent qu'on nommera Teff. On s'appuiera sur les données suivantes pour les calculs a suivre

II-3-2-1 Les données du projet

Les résultats du recensement du trafic sont les suivants :

• Le trafic à l'année 2012 = 8016 v/j.

• Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ= 4%.

• La vitesse de référence sur le tracé VRéf =110km/h.

• Le pourcentage de poids lourds PL=35 °/◦

• L'année de mise en service : Année 2020

• La durée de vie estimée de n=20 ans

•Environnement de la zone d'étude :E3

•Catégorie de l'autoroute : L2 (Ref ICTAAL)

II-3-2-2 projection future du trafic

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel a l'horizon est la suivante :

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

avec

$TJMA_h$: trafic de l'année horizon (année de mise en service 2020)

$TJMA_0$: année de recensement du trafic 2012

$TJMA(2020) = 8016 (1+0.04)^8$

$TJMA(2040) = 10970(1+0.04)^{20}$

TJMA (2020) = 10971 v/j/sens

TJMA(2040)= 24037v/j/sens

II-3-2-3 Calcul De Trafic Effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier **(UVP)**, en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en **(UVP)**. Le trafic effectif est donné par la relation suivante Avec :

$$Teff = [(1-z) + p.z]\ TJMA_h$$

Teff: trafic effectif à l'année horizon en **(UVP)**.

Z : pourcentage de poids lourds.

p: (PL/UVP) coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend de :

	E1	E2	E3
Route a bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Tab1 coefficient d'équivalence PL/UVP

T_{eff}={ (1-0.35)+ .35x8}x2

T_{eff} = 82928 UVP/ jour

II-3-2-4 Débit de pointe horaire normal

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon. Il est exprimé en unité de véhicule particulier **(UVP)** et il donné par la formule suivante :

Q = 1/n X Teff

Avec

Q : débit de pointe horaire.

n : nombre d'heures (en général n=8heures).

Teff : trafic effectif

la norme (manuel B30) préconise d'adopté le débit horaire de la 20 ^{eme} heure correspondant a 12°/◦ du TMJA quelque que soit la catégorie

Q = 0.12 x82928 = 9952 UVP/h

Q = 9952UVP /h

II-3-2-5 Debit Horaire Admissible

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

Q_{adm}= K1.K2.C_{th}

Environnement	**E1**	**E2**	**E3**
Valeur de k1	0.75	0.85	0.90-0.95

Tab2 coefficient correcteur K1(B30)

	CATEGORIE				
ENVIRONEMENT	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.85	0.95	0.97	0.96	0.96

Tab3 coefficient correcteur K2 (B30)

	Capacité Théorique
Route a 2 voies de 3.5	1500-2000
Routes a 3 voies de 3.5	2400 -3200
Route a chaussées séparées	1500-1800

Tab4 valeur de la capacité Théorique

Q_{adm} = 0.90x0.95x3200 = 2736UVP/h

Qadm =2736 UVP/h

II-3-2-6 Détermination du nombre de voies

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

on compare Q à Qadm et on prend le profil permettant d'avoir Qadm > Q

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

le nombre de voies par chaussée à retenir est le nombre entier le plus proche du rapport:SX Q/Qadm

avec :

Qadm : débit admissible par voie.

S : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3

$N= 2/3(Q_{uvp/h} / Qadm)$

N= 2/3 (9952/2736) = 2.42= 3 voies / sens de circulation

N = 3 voies /sens de circulation

II- 3-3 Calcul de la largeur totale

L_{total}= 2.(3.largeur de voie)+TPC+BGD+BDD+2Acc

accotement : (BAU+BDD)

L_{total}=2×(3×3,5)+(3+1+1) + (3+1)2

L_{total}= 32 m

II- 3-4 CALCUL DE L'ANNEE DE SATURATION DU TRAFIC

- Teff (2020)= {(1-0.35)+8x0.35)} x10970

  Teff(2020) = 37847UVP / jour

- Qadm = 0.12 x 37847 = 4542 uvp / h
- Q (saturation)= 4 X Qadm = 4 X2736

  Q saturation = 10944 uvp /h

- $Q_{sat} = (1+\tau)^n$ x Q(2020)
- n = ln (Q_{sat} / Q(2020) / ln (1+τ)

  n = ln (10944/4542) / ln (1+ 0.04)

  n = 23 ans

La saturation surviendra 23 ans après la mise en service

2020+ 23= 2043 ans

Synthèse des résultat dans le tableau suivant :

TJMA(2012)	TJMA(2020)	TJMA (2040)	$Teff_h$	Qadm	Q SAT	Nombre de voie	Annee de saturation
8016 v/j	10970 v/j	24037 uvp/j	82928	2736 UVP/h	10944 UVP /h	3 voies	2043

La surface de roulement d'une route est une conception dans l'espace définie géométriquement par trois conception qui sont :

- le tracé de son axe en situation plane
- le tracé en long
- profil en travers

Le choix des caractéristiques géométriques du tracé est régit par les instructions et les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaisons (ICTAAL 2000)

III-1 choix des paramètres de bases de la conception

II-1-1 catégorie de la route

Le choix de la catégorie de la route résulte de l'environnement (relief) dans lequel s'inscrit le projet on distingue :

Catégorie L1 : appropriée en région de plaine ou vallonnée ou les contraintes de relief sont modérées . La vitesse de référence dans cette catégorie est de 130 km/h

Catégorie L2 : mieux adaptée aux sites et reliefs plus difficiles , compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique. La vitesse de référence de 110km /h

le tronçon d'étude du présent mémoire commence par **la zone la plus accidenté du projet**. Bien que la pénétrante a été projetée comme une autoroute de liaison de catégorie L2 avec une vitesse de référence 110 km/h, le tronçon est considéré comme un relief difficile environnement E3 (LRD) et a une vitesse limite de 90 km/h

catégorie de la route choisie : (L2 ET LRD)

III- 1-2- Disposition conventionnelle

Point d'observation

L'œil du conducteur de véhicule léger est positionné à une hauteur de 1m du sol, Et distant de 2m du bord droit de la voie.

Point observé

Le point observé est le moins contraignant des deux feux arrière, positionné a une hauteur de 0.6m du sol et distant respectivement de 1m et de 2.5m du bord droit de la voie considérée.

Règle de visibilité

La distance de visibilité à rechercher est la distance d'arrêt(da) sur l'arrière d'un véhicule arrêté sur sa voie.

Cette distance d'arrêt doit être assurée aussi a l'approche de points ou zones présentant un risque particulier de ralentissement ou retenue de véhicules (réduction du nombre de voies, points d'accès, gare péage…).

III-2 Application au projet

III-2-1 CONCEPTION PLANE

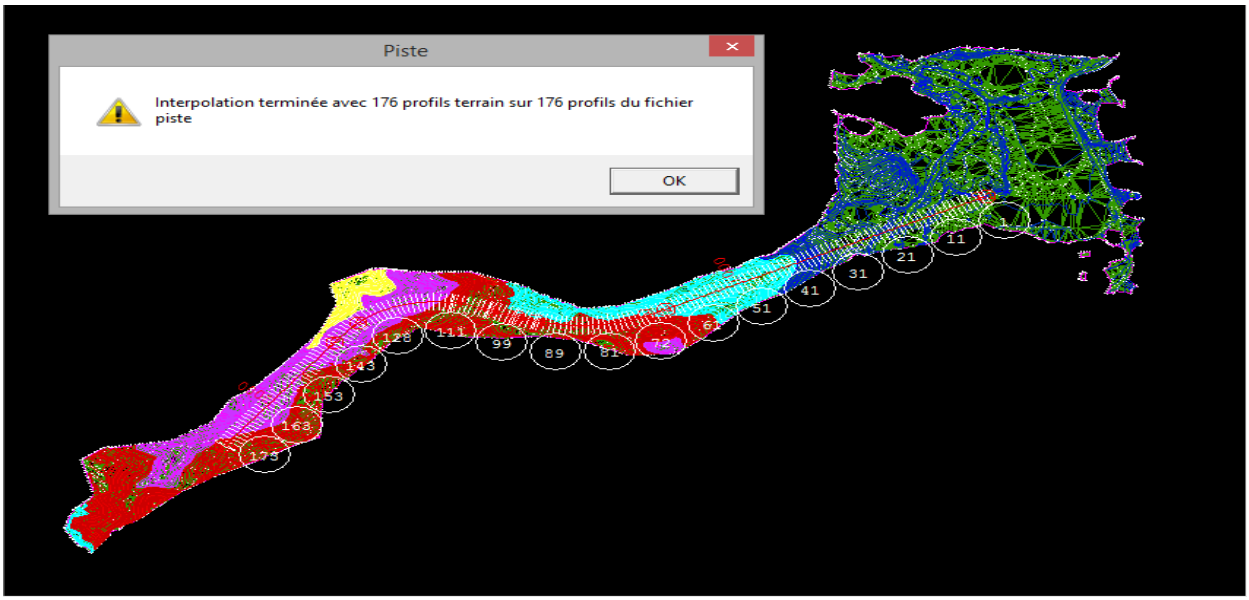


Fig1: conception plane

Le tracé en plan d'une route doit permettre de bonnes conditions de sécurité et de confort aux usagers et cela se fait avec une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs tout en s'intégrant aux mieux dans la topographie du site

On définie les valeurs des différents éléments suivant :

III-2-1-1 Les alignements droits

les valeurs minimales des alignements du tracé en plan doivent respecter des valeurs en fonction de la vitesse de référence

$$\begin{cases} L_{min} = 5 \times \frac{V_b}{3.6} = 125 \\ L_{max} = 60 \times \frac{V_b}{3.6} = 1500 \text{ m} \end{cases}$$

$L_{min} = 125$ m

$L_{max} = 1500$ m

VB : vitesse de base en Km/h qui est égale a **90km/h**.

III- 2-1-2 Les rayons de courbure

les rayons en plan choisis doivent respecter les valeurs minimales suivantes

Catégorie	L2 (110 km/h)	LRD (90 km/h)
Rayon minimal (Rm)	400 m	240 m
Rayon minimal non déversé (Rnd)	650 m	-

Tab1 les valeurs minimales des rayons

III- 2-1-3 Enchainement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayons modérés (<1,5 Rnd) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- Introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m .

dans le cas, deux courbes successives elles doivent satisfaire à la condition : $R1 \leq 1{,}5R2$, où R1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R2 (<1,5Rnd) celui de la seconde.

Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un changeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.

- Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins (200m), sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

$600 \leq 1.5\ (400) = 600$

$400 \leq 1.5(650) = 975$ ⟶ Vérifié

III-2-1-4 Raccordement progressif

Les courbes de rayon inférieur à 1.5Rnd sont introduites par des raccordements progressifs dites Clothoïde , sa longueur doit satisfaire les conditions suivantes :

III-2-1-4-1 Condition de gauchissement[1]

Le raccordement doit assurer a la route un aspect satisfaisant dans les zones de variations du devers de telle sorte que cette variation ne dépasse pas 2 % par seconde ce qui se traduit par

[1] Michel FAURE "Route Tome 1" P78 ENTP ALEAS septembre 2003

L= 14|Δ∂|

avec |Δ∂| :différence des pentes transversales en % des éléments raccordé

- pour R= 600

  L= 14| -2.5-2.5| = 63

- pour R = 400

  L = 14 | -2.5-7|= 135.8

III-2-1-4-2 Condition d'optique

Le raccordement permet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route , en les informant suffisamment a l'avance du tracé de la route , de façon a obtenir la plus grande securité du conducteur.

Pour être perceptible la Clothoïde doit correspondre a un changement de direction supérieur ou égale à 3°(1/18 radian) ce qui correspond a un paramètre A ou a une longueur de raccordement L correspondant à:

$L \geq R/9$ AVEC $L = A^2/R$

pour des raisons d'optique on fixe une limite supérieure et une limite inferieure. de la Clothoïde de manière a ce que le conducteur perçoive le début du virage

$R/3 \leq A \leq R$

- pour un rayon 600 m

  L= R/9 = 600 /9 = 66.66 m

- pour un rayon 400m

  L= R/9= 400/9 = 44.44 m

Pour les autoroutes la longueur de la clothoïde choisie est au moins égale à la plus grande des valeurs suivantes pour chaque rayon

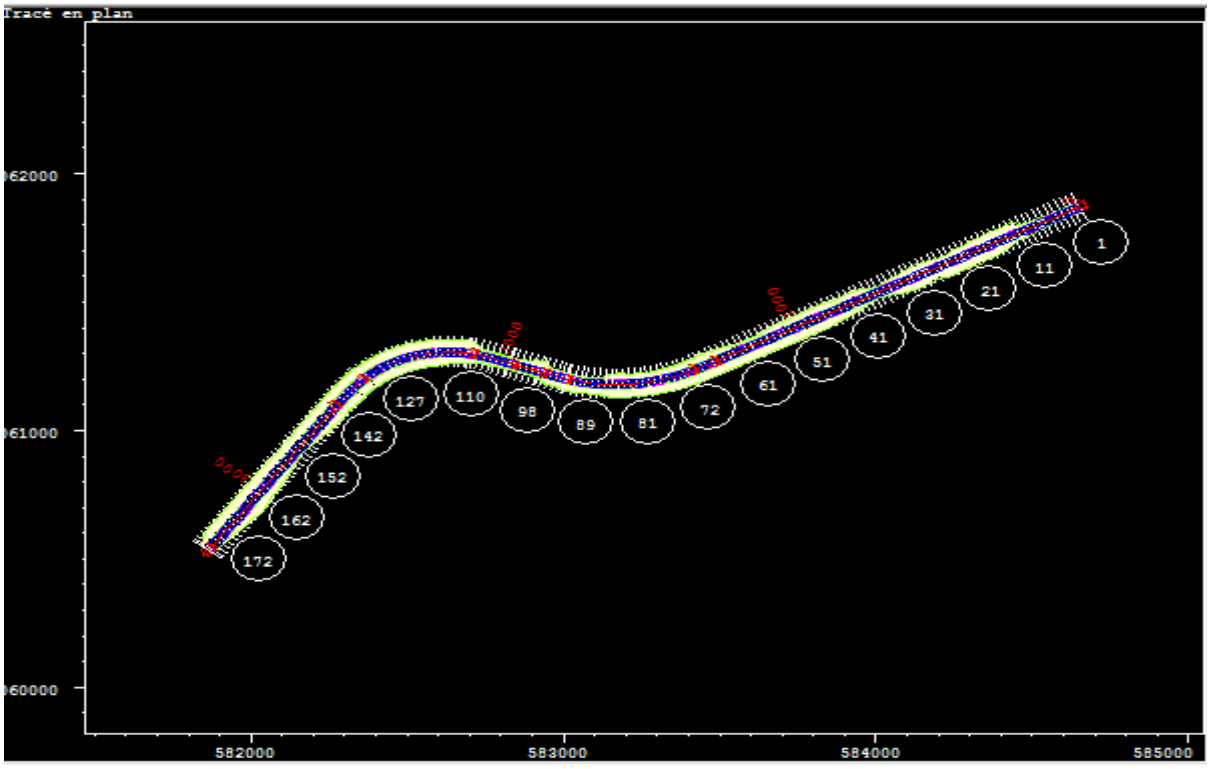
L=R/9 : condition de confort optique

L = 14 | Δ∂| : condition de gauchissement

rayon	Longueur clothoïde	Paramètre A
600	79.935	219
400	136.890	234

Paramètre	symbole	valeur
La longueur minimale	L_{min}(m)	125
La longueur maximale	L_{max}(m)	1500
Rayon minimal	R_m(m)	400
Rayon maximal non déversé	R_{nd}(m)	650
Rayon minimum sans courbe de transition	R(m)	975
Rayon minimal en LRD	Rm (LRD)	240

tab 2 récapitulatif des valeur



le choix des éléments géométriques du tracé en plan sont récapitulés dans le tableau suivant :

D:\MEMOIR~1\piste\PROJET~4.PIS

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	584650.355	4061869.382
D1	GIS = 269.691g	1320.909			
			1320.909	583476.344	4061263.991
L1	A = 219.000 Rf= -600.000 L = 79.935				
			1400.844	583404.517	4061228.948
	XC= 583165.635 YC= 4061779.344 R = -600.000 L = 409.531				
			1810.375	583003.824	4061201.575
	Rd= -600.000 A = 219.000 L = 79.935	569.401			
			1890.310	582927.898	4061226.523
D2	GIS = 321.625g	103.842			
			1994.152	582829.989	4061261.122
L2	A = 234.000 Rf= 400.000 L = 136.890				
			2131.042	582698.702	4061299.252
	XC= 582631.595 YC= 4060904.921 R = 400.000 L = 375.393				
			2506.435	582353.165	4061192.109
	Rd= 400.000 A = 234.000 L = 136.890	649.173			
			2643.325	582266.481	4061086.392
D3	GIS = 240.092g	683.123			
			3326.448	581864.151	4060534.316
LONGUEUR DE L'AXE 3326.448					

Tab3 le choix des éléments géométriques du tracé en plan

III-2-2 PROFIL EN LONG

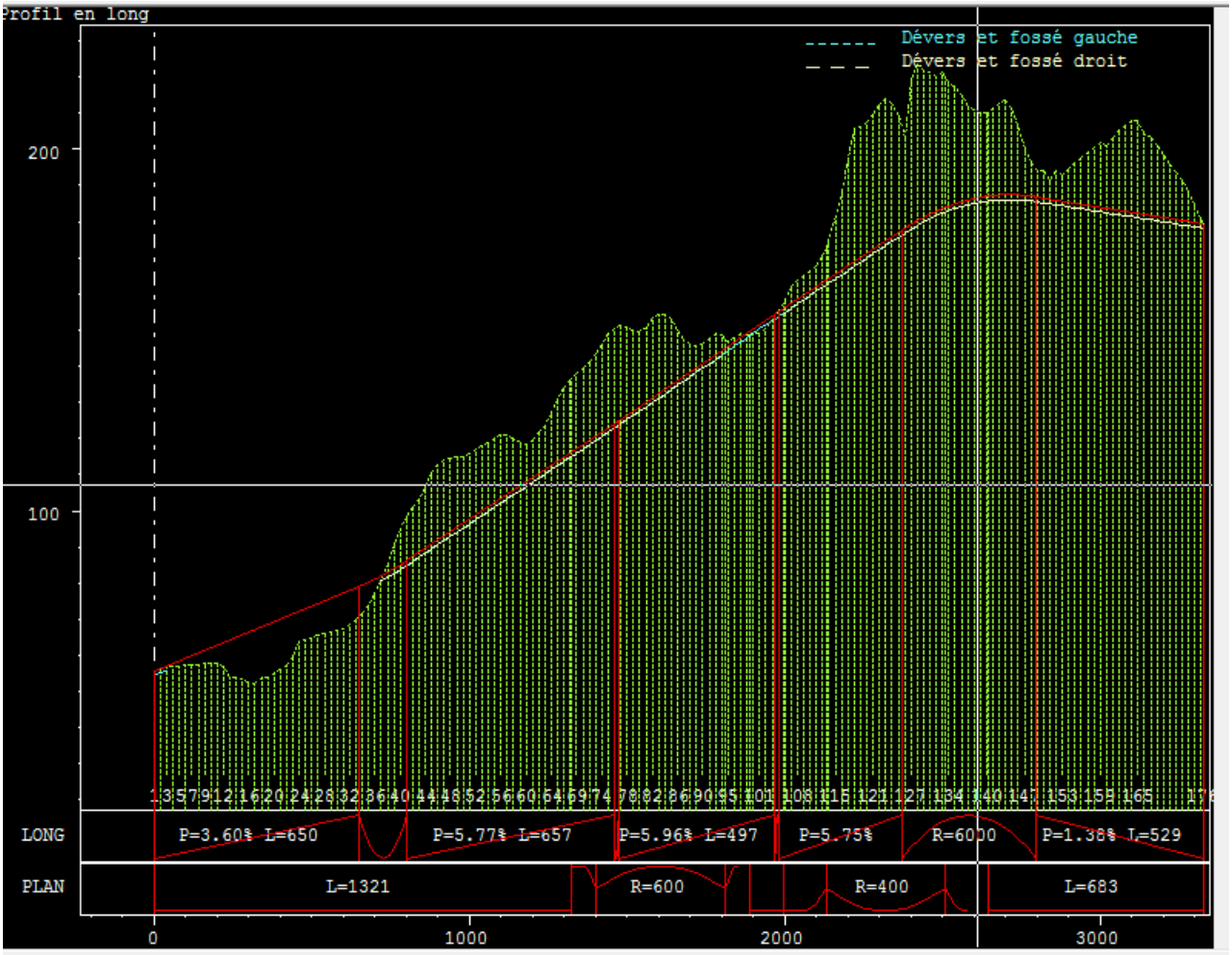


Fig3 profil en long

Le profil en long est la projection du projet sur un plan vertical. Il est généralement caractérisé par l'axe de la chaussée composé d'une succession d'éléments rectilignes , pentes ou rampes suivant que la route descend ou monte , et les raccordements circulaires caractérisés par leur rayons

il fait figurer :

- le terrain naturel
- le projet intégrant les pentes et paliers successifs
- les distances horizontales entre les différents points de raccordement

III-2-1 Valeurs minimales des rayons

Les valeurs des déclivités et des rayons verticaux a introduire doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau ci-dessous :

Catégorie	L2	LRD
Déclivité maximale	6 %	6 %
Rayon minimal en angle saillant	6 000 m	2 700 m
Rayon minimal en angle rentrant	3 000 m	1 900 m

Tab4 valeurs minimales des rayons du profil en long

- Déclivité minimum :

  Pour assurer un bon écoulement des eaux de pluies la pente transversale ne suffit pas a elle seule, il faut éviter les paliers (tronçons de route absolument horizontaux) pour que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante.

  Déclivité minimum : **Imin = 0.2 %.** (ICTAAL)

- Déclivité maximum :

  La déclivité maximum dépend de :

  -Condition d'adhérence entre pneus et chaussée.

  -Vitesse minimum de PL.

  -Condition économique.

  Toute fois dans les sinuosités il est nécessaire de réduire la déclivité maximum.

  Déclivité maximum : **Imax = 6%.** (ICTAAL)

III- 2-2 COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble

Afin d'assurer les objectifs de bonne insertion dans le site, de respect des règles de visibilité et, autant que possible un certain confort visuel ; il faut :

• associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;

• faire coïncider les courbes horizontales et verticales, et respecter la condition Rv : Vertical > 6Rh horizontal, pour éviter un défaut d'inflexion ;

• supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

III-2-3 Eléments constitutifs du profil en long

Le tracé est constitué d'une succession de segments de droites raccordés avec 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 :

D:\MEMOIR~1\piste\PROJET~4.PIS

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	55.690
D1	PENTE= 3.604 %	650.349		
			650.349	79.131
PAR1	S= 398.0497 Z= 74.5840 R = 7000.00	151.301		
			801.651	86.219
D2	PENTE= 5.766 %	656.920		
			1458.571	124.095
PAR2	S= 1054.9699 Z= 112.4602 R = 7000.00	13.338		
			1471.909	124.877
D3	PENTE= 5.956 %	496.767		
			1968.676	154.466
PAR3	S= 2385.6152 Z= 166.8831 R = -7000.00	14.648		
			1983.324	155.323
D4	PENTE= 5.747 %	386.477		
			2369.801	177.534
PARA4	S= 2714.6222 Z= 187.4426 R = -6000.00	427.558		
			2797.359	186.872
D5	PENTE= -1.379 %	529.089	3326.448	179.576
LONGUEUR DE L'AXE 3326.448				

Tab 5 Eléments constitutifs du profil en long

III-2-3 profil en travers

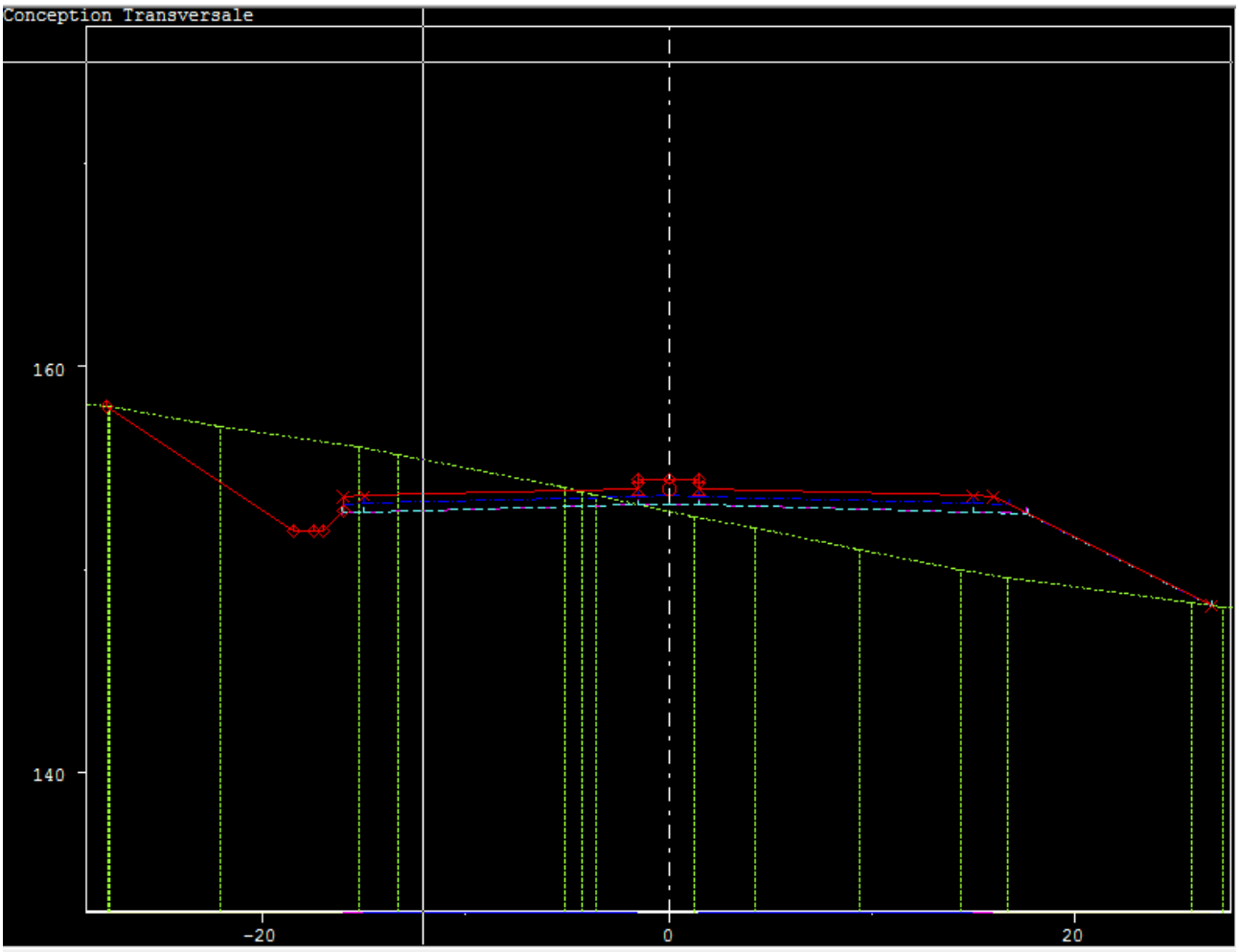


Fig4 conception du profil en travers mixte

Le profil en travers est une coupe transversale de l'ensemble d'une route d'un accotement . Cette coupe est réalisée perpendiculairement a son axe longitudinal il met met en évidence :

- les largeurs de voie , d'accotements , de faussés, et d'emprise
- les pentes transversales de la chaussée, indispensables à l'écoulement des eaux de ruissellement
- les épaisseurs des différentes couches représentants la structure et les aménagements envisagés
- la pente du talus nécessaires à la stabilité de l'ouvrage

Sur une section de route, plusieurs profils en travers type sont définis en phase conception et ils sont adaptés aux contraintes du terrain rencontré

on distingue

-Profil en travers courant : dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

-Profil en travers type : contenant tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblais, en déblais, en alignement et en courbe).

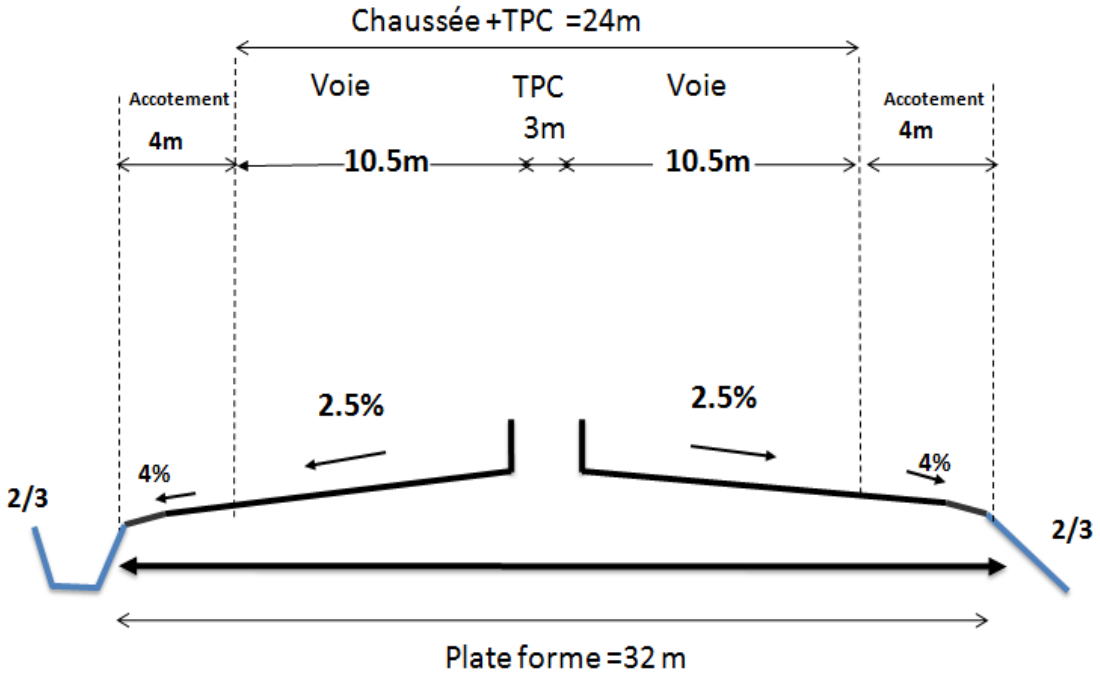


Fig5 Eléments constitutifs du profil en travers

Elément de chaussée	**Largeur (m)**	**nombre**	**Largeur totale (m)**
Voie de circulation 2×3	**3.5**	**6**	**21**
Terre-plein central (T.P.C)	**3**	**1**	**3**
-Bande dérasée de gauche (B.D.G)+ (B.D.D)	1	2	2.0
-Bande médiane (B.M)	1	1	1
Accotement	**4**	**2**	**8.0**
-Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	3	2	6.0
-La berme	1	2	2.0
Totale(m)			32.0
Dévers en section droite			
Chaussée		2.5% vers l'extérieure	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		2.5% vers l'extérieure	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2.5 %vers l'extérieure	
Berme extérieure		4% vers l'extérieure	
Dévers en courbe			
Chaussée avec Rayon de 600 m		2.5%	
Chaussée avec Rayon de 400 m		7 %	
Bande dérasée de gauche (B.D G)		2.5%	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2.5%	

Tab 6 tableaux récapitulatif des éléments du profils en travers

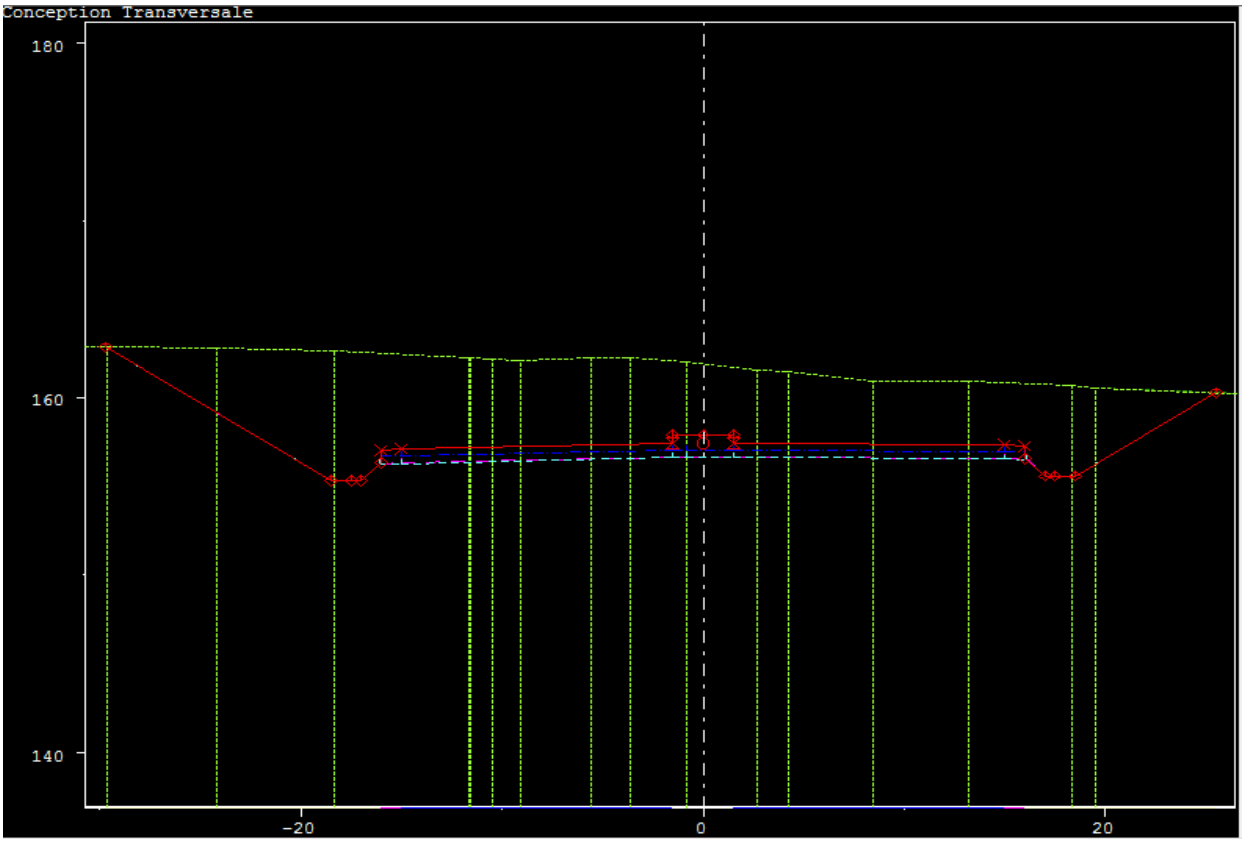


Fig6 profil en travers en déblai

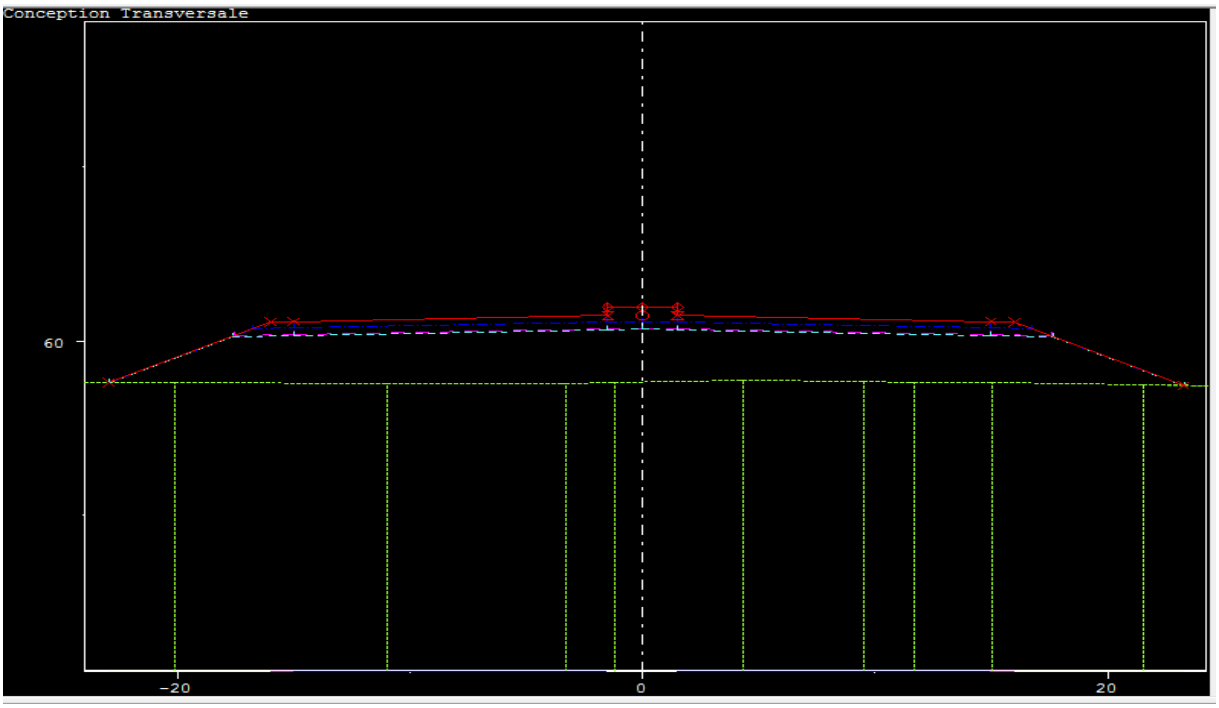


Fig7 profil en travers en remblais

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de la chaussée .elle étudie le problème d'équilibre des masses de terre de différentes natures soumises a l'effet des efforts extérieurs et intérieurs

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches ,de donner les renseignements de chacune et les caractéristiques mécaniques et physiques du sol

IV-1- OBJECTIFS DE LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE

- Déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques du sol support qui servira d'assise pour la structure de la chaussée
- Prévenir les risques naturels de chutes de blocs glissements de terrain ,remontée de nappes phréatique, phénomène de retrait et gonflement des argiles ,tassement des sols compressibles)
- Etudier la stabilité des parois des talus et le choix de modalité de confortement
- Choisir le type de fondation des ouvrages d'arts

IV-2- MOYEN DE RECONNAISSANCE

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier s'appui essentiellement sur :

- consultation carte géologique d'Algérie échelle 1/50000et documents existants (archives)
- une campagne de reconnaissance géotechnique (visites du site et essais in situ)
- Les essais d'identification au laboratoire

IV-3- APERÇU GEOLOGIQUE

IV-3-1 Géologie Superficiel [1]

L'aire du projet comporte essentiellement trois ensembles géologiques différents qui sont du Nord au Sud :

• Le Mio-plio-quaternaire formant la dépression de Draa Ben Khedda au début du projet côte Tizi Ouzou.

• Le socle kabyle qui affleure en forme de boutonnières le tronçon central de la figure .

• La dépression Oligo – miocène de Dra El Mizan – Boghni. Zone Sud du projet.

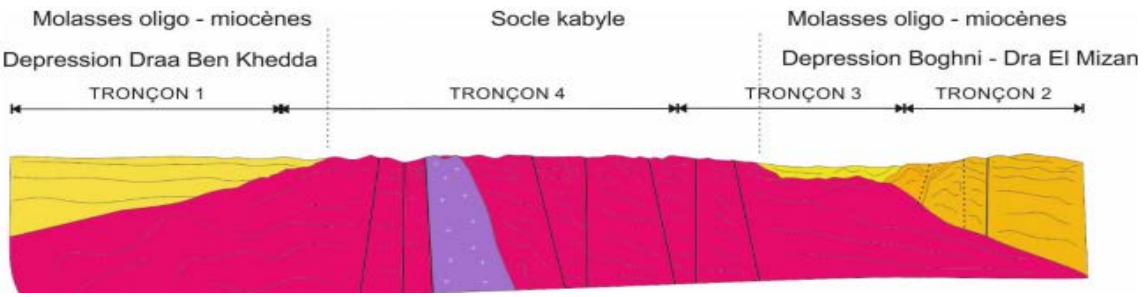


Fig1 coupe schématique du projet modifié de la carte géologique d'Algérie

Le tronçon est situé sur la dépression de Draa Ben Khedda, il est développé sur les matériaux Mio -pliocènes, principalement marnes et argiles et conglomérats.

IV- 3-1-2 Géologie Du Site.

Dans le cadre de ce projet, les visites sur site, permettent d'apercevoir la nature des formations superficielles traversées dans le couloir du tracé, qui mettent en évidence l'ensemble des contraintes géotechniques.

Le tronçon qui traverse principalement deux unités géologiques est développé sur les matériaux cénozoïques de la dépression Draa Ben Khedda. ou on voit apparaitre le substrat métamorphique comme boutonnière.

---

1 données du projet, rapport géotechnique source ANA

Affleurement de gneiss

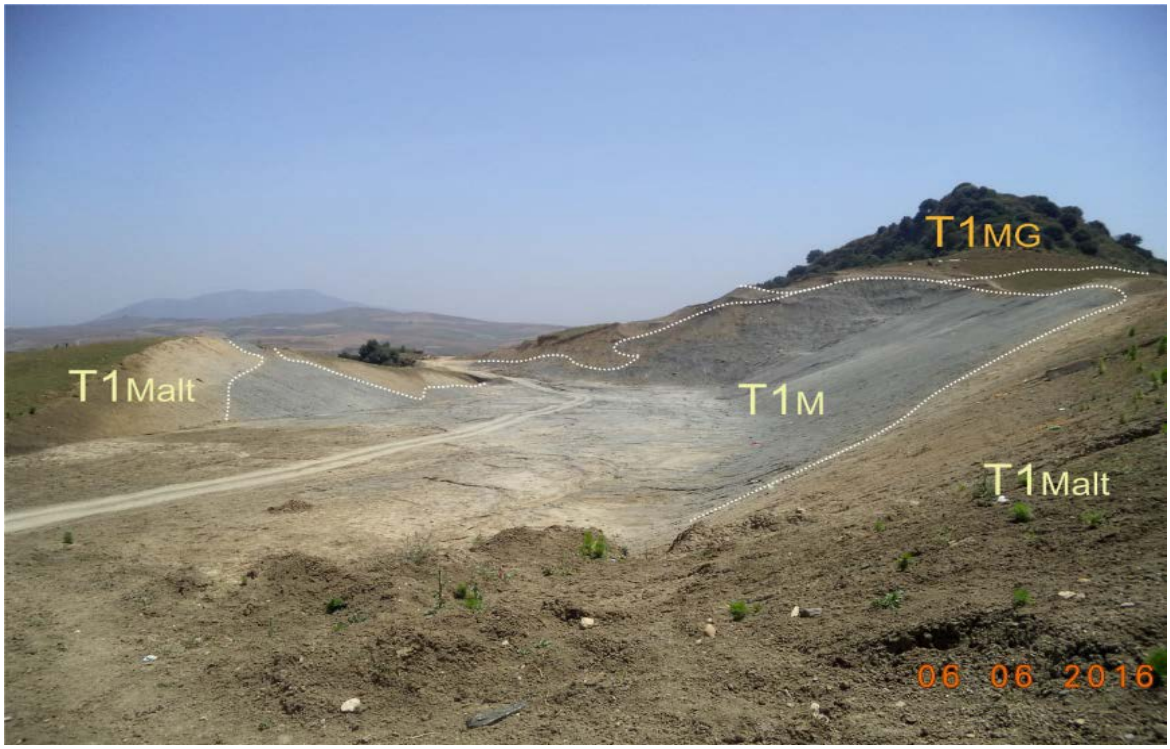
Affleurement de gneiss (*grés miocène inferieur (t1g))*

Il faut signaler que le gneiss apparait dans des aires de couverture d'arbres et d'arbustes. Cette observation fait penser que le gneiss est altéré à une profondeur de sol minimum qui permet maintenir la vie végétale.

Cette formation de nature gréseuse apparaît aux environs du pk 11+500. Elle est topographiquement et stratigraphiquement au-dessus des marnes qui dominent cette zone du tronçon

Grès jaunâtre

On trouve une intercalation de taille métrique des marnes dans le grès qui signale une variation temporel des conditions de sédimentation vers le domaine des marnes.



La relation spatiale entre le grès (avec végétation) et les marnes grises/verdâtres

Argiles marneuses et argiles sableuses. oligocène – miocène inferieur (T1m)

Cette unité représente la plupart des terrains traversés par le tronçon

Il s'agit d'une unité composée par des argiles marneuses et sableuses grisâtres relativement fermes après des résultats et des essais in situ Grés littoral T1G

L'unité T1M présente une couche superficielle d'altération consistante entre 5 - 10 m d'argiles de couleur brunâtre - verdâtre avec de faibles caractéristiques résistantes nommée.

Relation stratigraphique des unités cénozoïques T.

graviers, sables et limons. quaternaire(Qa)

Ce sont des dépôts granulaires non consolidés avec une grande variabilité de taille des grains. Il s'agit de graviers avec sables et limons à divers pourcentages.

Cette unité se trouve le long du tronçon et apparaît quand le tracé traverse un canal d'oued

Les sédiments sont transportés par les courants des oueds, ce la veut dire qu'ils ont d'une origine alluviale.

IV- 3-1-3 Classification De Site

Après les RPOA les sites sont classés en 4 catégories en fonction des propriétés mécaniques des sols qui les constituent.

Catégorie S 1 (Site rocheux)

Catégorie S 2 (Site ferme)

Catégorie S 3 (Site meuble)

Catégorie S 4 (Site très meuble)

Les classifications des sites pour chaque unité sont indiquées ci-dessous.

UNITE	CATÉGORIE
PR-GN	S1, S2 (rocheux, ferme)
$T1_M$	S3, S4 (meuble, très meuble)
$T1_{Malt}$	S3, S4 (meuble, très meuble)
$T1_G$	S1, S2 (rocheux, ferme)
Q_A	S3, S4 (meuble, très meuble)

Tab1 Classification géotechnique de sites

IV-3-2 GEOTECHNIQUE

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

IV-3-2-1 Essais In-Situ

Des sondages carottés, allant jusqu'à 30 m de profondeur (atteinte du substratum).

IV-3-2-2 Essais Au Laboratoire

- **Analyses granulométriques des échantillons**

Les résultats des essais granulométriques effectués sur les échantillons issus des puits de reconnaissances montrent, que les sols recensés sont respectivement de

Classe C : sols comportant des fines et de gros éléments,

Dmax> 50mm(tamisats a 50 est 78°/°) .

Classe A : sols fins Dmax < 50 mm tamisat a 50mm est 100 °/°)

Tamisat a 80 *µ sont: respectivement de 15 °/° et 96 °/°*

- **valeur au bleu de méthylène**

Le VBM s'exprime en gramme de bleu pour 100 gramme de matériaux

- pour les matériaux dont le Dmax est inferieur a 5mm

$VBS = B / M_0 \times 100$

m_0 =Masse sèche de la prise d'essai

B= masse de bleu introduit (10g/l) = V X 0.01

- Pour le matériaux dont le Dmax est supérieur a 5 mm

$VBS = B/M0 \times c \times 100$

C étant la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm

pour une valeur VBS =0.375 sols limoneux

pour une valeur VBS= 3 sols limoneux argileux

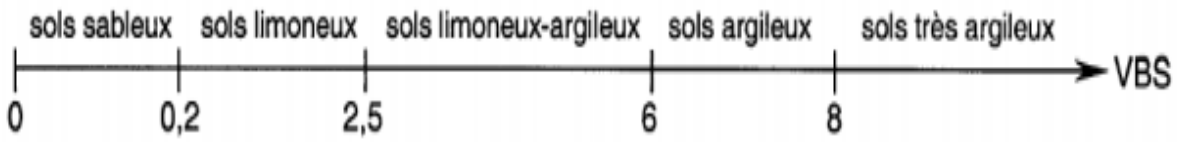


Fig2 Echelle de classification donnée par Arvor géotechnique

- ***Essais Proctor***

Il a pour but de déterminer la teneur en eau optimale correspondant à la densité maximale.

L'échantillon de sol est compacté par couches successives dans un moule Proctor cylindrique normalisé, en adoptant diverses valeurs de teneur en eau.

Le compactage est effectué à l'aide d'une dame
normalisée soit sur une machine automatique soit manuellement.
les essais proctor au laboratoir nous donne les resultat suivant
Wopt=9.95
d = 2.04

- **Analyse chimique**

Sondage	Profondeur(m)	Unité	SO4-2(%)	CO3-2(%)
Sc-13	6.00-6.20	T1M	0.35	
	24.30-24.70	T1M	0.44084	15.84

En ce qui concerne l'agressivité de l'environnement la valeur du contenu des sulfates se trouve entre 0.30 et 1.20 % il s'agit d'un environnement d'agressivité XA2 selon la norme NF EN 206-1

Sols		XA1	XA2	XA3
SO4-2(mg/l)	**EN 192-2**	De 2000 a 3000	de 3001 à 12000	de 12001 à 24000
SO4-2 (%)		de 0,20 à 0,30	**de 0,30 à 1,20**	de 1,20 à 2,40

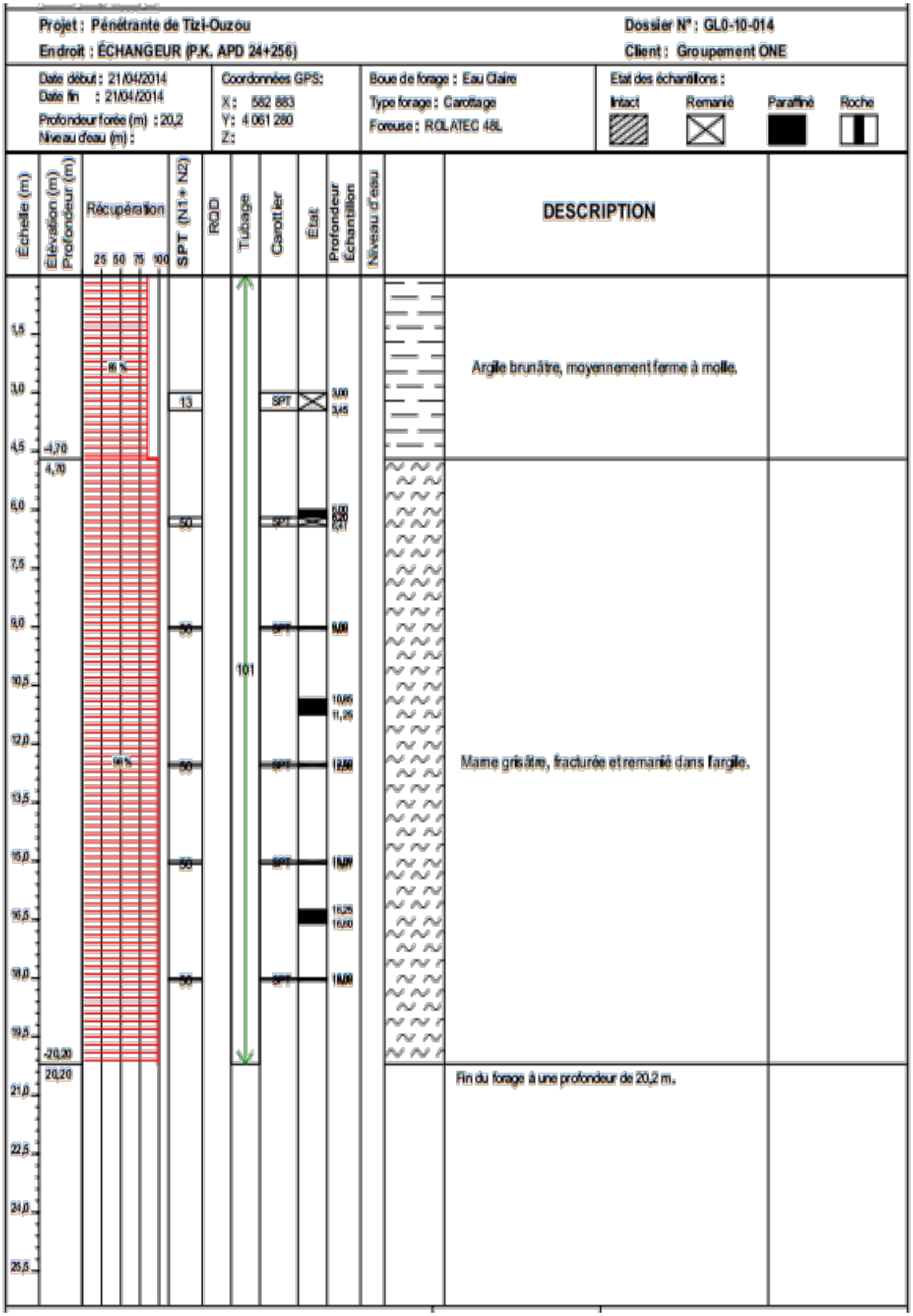
Les matériaux prélevés à partir des puits de reconnaissance et des sondages carottés recèlent les caractéristiques physico-mécaniques, comme consignées dans le tableau ci dessous :

Résultats Du Puits De Reconnaissance

N° Puits		PR1156	Pr 1156
Profondeur (m)		1.0	1.5
Teneur en eau (W%)		6.42	2.91
°/° des passants a 80 mm		80	100
Analyse granulométrique	% de passant<50 mm	78	100
	% des passants < 2 mm	38	99
	% des passants < 8o µ	15	96
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L (%)	-	-
	Indice de plasticité I_P (%)	-	-
	Indice de consistance I_C	-	-
Interprétation		Sols comportant des fines et gros éléments	Sols fins
VBS		0.375	3
Interprétation		Sols sableux argileux	Sol limoneux
Proctor modifié	ω (%)	9.95	-
	γ_d(t/m^3)	-	-
PortanceC.B.R	γ_d OPM	2.04	-
	CBR imbibé	-	-
	Classe de portance	-	
	IPI	-	-
Class des sols	Classe	C1	A
	S/classe	C1B5S	A2

Réutilisation	Oui	Non

Résultat du Sondage carotté :



Sondage SC-13	Profondeur		6.00-6.20	10.85-11.25	16.25-16.60
Paramètres physiques	Teneur en eau (W%)		14.84	17.44	21.87
	γh (g/cm3)		2.15	2.04	2.05
	γd (g/cm3)		1.87	1.74	1.68
	Sr(%)		94.28	88.37	100
	Etat		Détrempé	Détremp	Saturé
	% des passants < 2 mm		100	100	100
	% des passants < 80 µ		100	100	100
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L		35.59	35.94	40.59
	Limite de plasticité		15.59	16.94	17.56
	Indice de plasticité I_P (%)		20	19	23
	Etat		Plastiqu	Pastique	Plastique
	Indice de consistance I_C		1.03	0.97	0.81
	Etat		Solide ou semi	Plastique	plastique
Résistance à la compression R.C.S			0.9	-	-
Etat			faible	-	-
Cisaillement A la boite		CU (bars)	-	-	0.52
		φu (°)	-	13	25.17
Essai triaxial		Cu	-	0.21	-
		φ	-	20.01	-
		Cu '	-	0.06	-
		φ '	-	33.47	-
Classe de sol (GTR)			A	A	A
Sous classe			A1	A2	A2
Réutilisation			NON	NON	NON

Fig 3 rapport du sondage carotté

la détermination de la classe et sous classe des échantillon sont joint en annexe

IV-3-3 LES TALUS

La stabilité des ouvrages en terre (déblais, remblais, digues) et des pentes naturelles est un problème qui préoccupe les géotechniciens tant praticiens que chercheurs. Les désordres engendrés par la rupture des pentes sont généralement spectaculaires, souvent destructifs

Diverses techniques de renforcement des talus ont par ailleurs été développées. Elles se différencient par le procédé de leur réalisation, leur coût et leur durabilité.

IV-3-3-1 Causes D'instabilité Des Talus

Les causes d'instabilités sont multiples. Elles peuvent être causés par des :

- **sollicitations:**

surcharges,
suppression de la butée de pied,
déboisement,
séisme ou autres sources de vibration),

- **modification des caractéristiques mécaniques**

perte de résistance par remaniement

- **raisons hydrauliques** (apparition d'un écoulement: eaux pluviales, fonte de neige, eaux de ruissellement, etc. ; vidange rapide d'une digue en terre) du terrain.

IV-3-3-2 Vérification de la stabilité

La vérification de la stabilité des talus passe par la vérification de l'équilibre des forces présentes 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 on ne peut pas se prononcer sur l'état des talus, néanmoins, on préconise quelque solutions en cas d'instabilité

IV- 3-3-3 Technique de confortement des talus

- Dans la majorité des cas, l'étude d'un glissement de terrain conduit à définir une solution confortative . Cette solution doit tenir compte de la faisabilité des travaux liés à : L'investissement admis.
- l'accessibilité du site.
- la période de l'année choisie pour l'exécution des travaux.
- la cinématique du glissement

on citera :

-La paroi berlinoise

-mur gabion grillagé

-mur de soutenement

-clouage

-mur caisson

le choix du type de confortement des talus du tronçon d'etude sont les suivant :

a)Confortement De Talus Végétalisés

Ce type d'ouvrage consiste à réaliser une protection de surface vis à vis de la battance des glissements et des chutes de cailloux pour maîtriser les détériorations de surface tout en reconstituant un couvert végétal sur des terrains pauvres.

Ces protections sont utilisées sur des pentes inclinées jusqu'à 65° pour des hauteurs pouvant aller jusqu'à 10 m, ou en banquettes successives. Les ouvrages sont en règle général en gradins avec

jardinières ou pouvant avoir un parement incliné.

Fig4 : Confortement de talus végétalisé.

B) Collecte Et Canalisation Des Eaux De Surface

Les assainissements et les drainages de surface, collectant les eaux de ruissellement, limitent les infiltrations et permettent ainsi d'éviter la saturation des terrains ; ils agissent aussi en diminuant l'alimentation des nappes si y'a présence de nappe.

Ils ont été réalisés au niveau de la pente, munis par des barbacanes afin de collecter les eaux de ruissellement et d'infiltration pour éviter l'érosion de la pente et le déclenchement du glissement.

Fig5-6drainage des eaux de surfaces

Massifs Drainants

Les massifs drainants, constitués de matériaux naturels perméables (sables, graviers, cailloux, enrochements) doivent être capables d'évacuer les débits d'eau drainés. Ils sont associés à des filtres qui évitent les phénomènes d'érosion interne et de colmatage.

Ces ouvrages de drainage internes peuvent prendre la forme de masques, de tranchées, de tapis ou d'éperons drainants Ils sont de réalisation complexe et exigent une grande attention à la mise en œuvre.

Les masques drainants ont le rôle d'annuler la pression interstitielle dans la portion correspondante de terrain, mais leurs caractéristiques très frottantes apportent également un gain de stabilité.

Fig 7 Massif drainant

CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT DES CORPS DE CHAUSSEES

La qualité d'un projet routier ne se limite pas seulement à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisé, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs (gradients thermiques, pluie, neige …) et au surcharges d'exploitation (action des essieux)des véhicules et notamment les poids lourds).

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial.

Celle –ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux de réalisation .

Pour cela, on appliquera les deux méthodes les plus appliquées en Algérie, à savoir :

- La Méthode CBR,
- La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (2001 CCTP).

V-1 LE SOL SUPPORT

Les structures de chaussées reposent sur la « plate-forme support de chaussée » constituées du sol naturel terrassé ou éventuellement surmontées 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 S4 à S0.

la valeur du CBR étant de 6 (notre sol est de faible portance), donc la portance du sol support est de S3.

On doit prévoir une couche de forme.

Portance classe SI	Indice CBR
S4	<5
S3	5 – 10
S2	10 - 25
S1	25 - 40
S0	>40

tab1 portance des sols selon l'indice CBR

CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT DES CORPS DE CHAUSSEES

V-1-1amelioration De La Portance Du Sol Support

La portance du sol support doit être au moins de 50 MPA, la classe de portance visée est S2 (CBR 10-25) , le passage de S3 à S2 nécessite la mise en place d'une couche de forme en tuf de 40 cm (en deux couches) alors on suppose que la nouvelle portance du sol est CBR=10

Portance de sol	Matériau de CF iau de CF	Epaisseur de CF	Portance visée
< S4	Non traité	50cm (2couches)	S3
S4	Non traité	35cm	S3
S4	Non traité	60cm (2couches)	S2
S3	Non traité	40cm (2couches)	S2
S3	Non traité	70cm (2couches)	S2

tab2 surclassement avec couche de forme en matériau non traité

l'amélioration du sol support nous donne un sol de classe S2 avec

Classe du sol support	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25 - 50	50 - 125	125 - 200	200

tab3 classe de portance du sol support en(MPA)

E(MPA)=5×10=50(MPA) la classe de portance de sols support est deS2

V-2 MÉTHODE C.B.R (CALIFORNIA – BEARING – RATIO)

C'est une méthode (semi empirique), elle se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant les éprouvettes de (90 à 100 %) de l'optimum Proctor modifie (O.P.M.) sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I_{CBR} + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, l'épaisseur est donnée par la formule suivante

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

Avec:

e: épaisseur équivalente.

N: désigne le nombre moyen du camion de plus de 1500Kg à vide.

P: Charge par roue P=6.5t (essieu 13t).

I: Indic portant C.B.R.

Log: Logarithme décimal.

V-2-1 Epaisseur équivalente

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

$$e = \sum a_i e_i$$

Avec:

a_1 x e_1 : couche de roulement.

a_2 x e_2 : couche de base.

a_3 x e_3 : couche de fondation.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence. Et variée en fonction de qualité de matériaux et le tableau suivent indique les déférentes valeurs pour chaque matériau :

CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT DES CORPS DE CHAUSSEES

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

Tableau 4 Coefficient d'équivalence

Remarque: pour calculer l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe e_1,e_2 et e_3 telle que:

- ✓ Le trafic à l'horizon $TJMA_{2040}$= 24037 V/j / sens
- ✓ le trafic a la mise en service $TJMA_{2020}$ = 10970 v/j / sens
- ✓ Le pourcentage (%) des poids lourds PL = 35%
- ✓ Taux d'accroissement annuel τ = 4 %
- ✓ Indice CBR 6
- ✓ La charge par roue (essieu) P = 6.5t
- ✓ Log : logarithme décimal

NPL (2020)= 10970 x0.35= 3840

NPL (2040)= 3840 x$(1+0.04)^{20}$

NPL =8414 PL/j/ sens

Avec :

N : le nombre de camions par jour de plus 1.5t.

$$e = \frac{10\,0 + \sqrt{6.5}\,(75 + 50\log\frac{8414}{10})}{10 + 5}$$

e = 44.27 on prend donc **e =45 cm**

$$e_{eq} = \sum_{i=1}^{3} a_i \, xe_i = a_1 xe_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3$$

e équivalent = 2x6 +1.5x12+1xe_3 = 45

$e_{3 = 15\ cm}$

Les Couches	E rée (cm)	coeff equi a_I	E équivalente
couche de roulement	6	2	12
couche de base couche	12	1.5	18
couche de fondation	15	1	15
épaisseur totale	33	-	45

tab5 récapitulatif des résultats

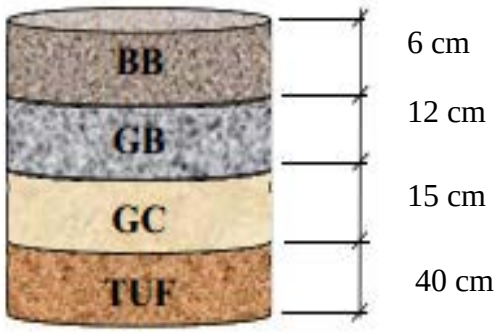


Fig1 structure du corps de chaussée avec la méthode CBR

V-3 METHODE CATALOGUE DES STRUCTURES

V-3-1 TRAFIC

V-3-1-1-1 Détermination du type de réseau

Les réseaux routiers dans la méthode du catalogue des structures sont scindés en deux classes en fonction de l'importance du trafic ;

- Réseau principal 1

-Réseau principal 2.

On a un TJMA = 10970v /j > 1500 v/j donc nous avons un réseau principal 1 (RP1).

V-3-1-1-2 Détermination de la classe du trafic TPLI :

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 de l'année de mise en service.

On a un TJMA à l'année mise en service : TJMA2020 = 10970 v / j.

On adopte une valeur de 80 % du trafic PL empruntant la voie lente de droite.

NPL= 10970 * .35 =3840 PL/j

TPL = 3840x x 0,80 = 3072 v/j

Donc d'après le catalogue notre trafic poids lourd est classé en TPL7 .

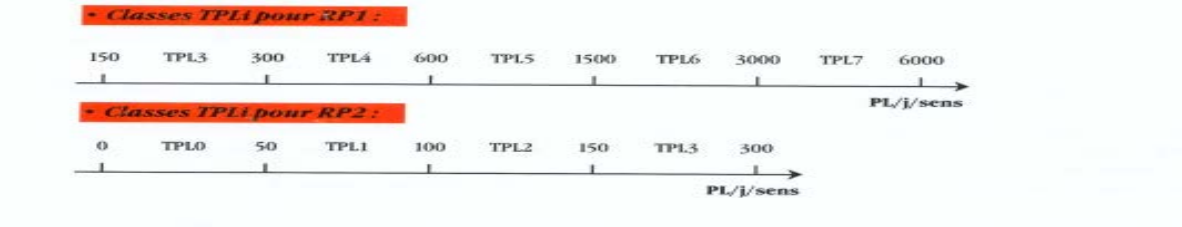


Fig 1 Détermination de la classe du trafic

IV-3-2 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.

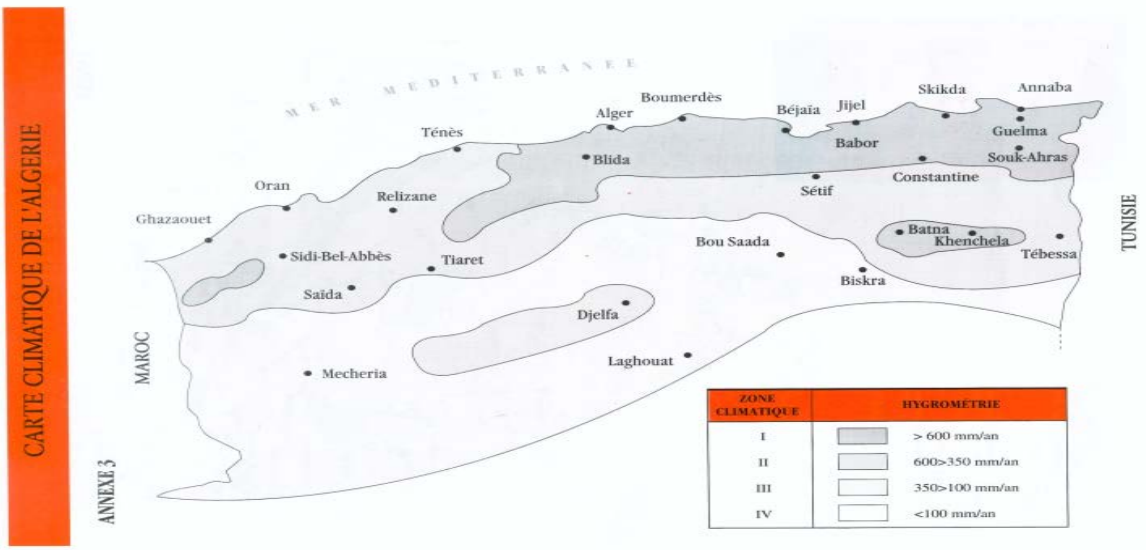


fig2 Carte climatique de l'Algérie

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

IV-3-3 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 au Bitume (MTB) et nous adopterons une structure GB/GB. D'apres le catalogue des structures facicule 3

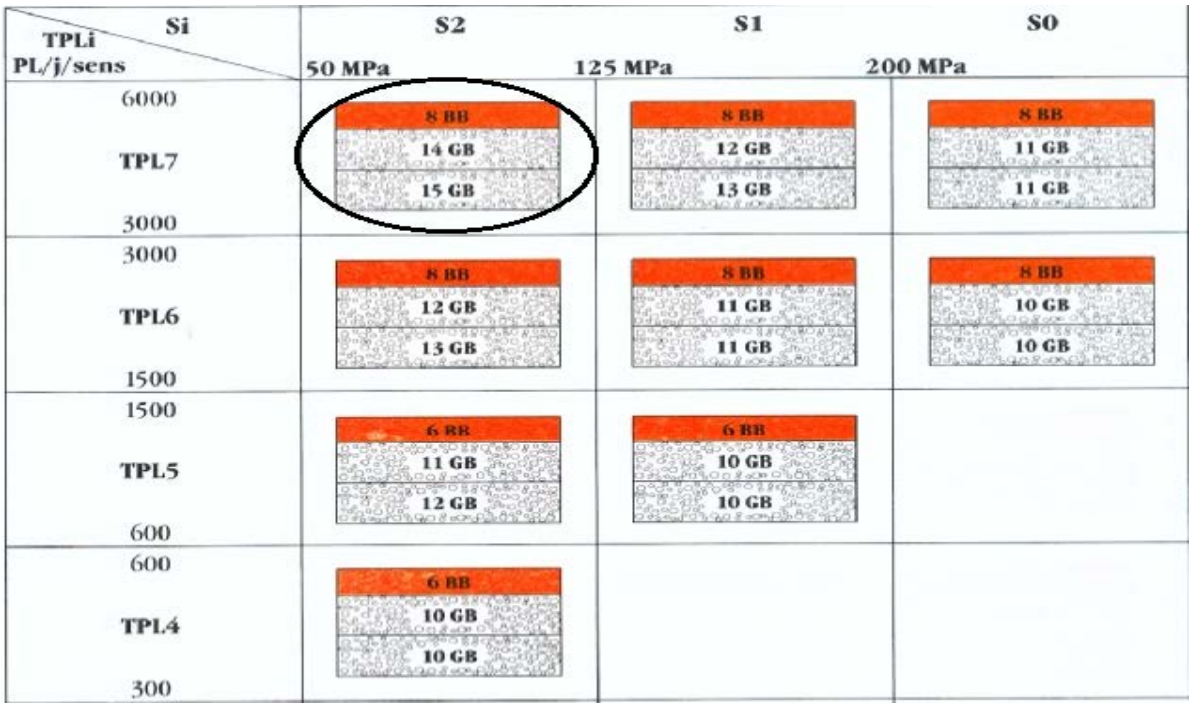


Fig3 Structure du corps de chaussée GB/GB

CONCLUSION

D'après le catalogue des structures la chaussée aura la structure suivante :

8cm : couche de roulement en (B.B): béton bitumineux.

14 cm : couche de base en (G.B): grave bitume.

1 5 cm : couche de base en (G.B): grave bitume

VI-4 VERIFICATION A LA FATIGUE DES STRUCTURES ET DE LA DEFORMATION DU SOL SUPPORT

Il faut vérifier que εt et εz calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée respectivement à εt,adm et εz,adm.

- . Calcul Théorique

$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6$ (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

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

VI-4-1Détermination des paramètres de calcul

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 :

Avec :

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

- i : taux d'accroissement géométrique est de 0.04 dans le calcul de dimensionnement.
- n : durée de vie considérée (20 ans)
- TPLi : classe du trafic (3072 pl/j/s)

On a: TCi = 3072 x 365 x $\frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04}$ = 33.38 x 10^6 pL/j/s

b) Calcul du trafic cumule équivalent (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 :

Avec :

$$TCEi = TCi \times A$$

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

tab6 valeur du coeff A

⟶ $TCE_i = TC_i \times A = 33.38 \times 10^6 \times 0.6 = 20.02 \times 10^6 PL/j/s$

b) Choix des températures équivalentes

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

tab7 : *valeurs de la température en fonction de la zone climatique*

⟶ Notre projet se situe dans la zone climatique I donc la température équivalente $\theta_{eq} = 20$ C°.

d) Performances mécaniques des matériaux 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

tab8 *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, 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_7 on a le risque adopté r % = 2 %.

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 % = 2 % on a t= - 2.054

Récapitulatif Des Résultats :

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° ,10H_Z)=7000 MPa.
- Classe de trafic (TPL_7).
- Risque adopté pour réseau RP_1 (R%=2).
- C : coefficient égal 0.02.
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté (t = - 2,054).

VI-4-2Application numérique

- Calcul de δ : f (dispersion) :

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

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

- Déformations admissibles verticales :

$$\varepsilon_{z,adm} = 22\times 10^{-3}\times (TCE_i)^{-0.235} = 22\times 10^{-3}\times (20.02 \text{ x } 10^6)^{-0.235}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_{z,adm}= 423.232 \times 10^{-6}}$$

- Déformations admissibles de traction :

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

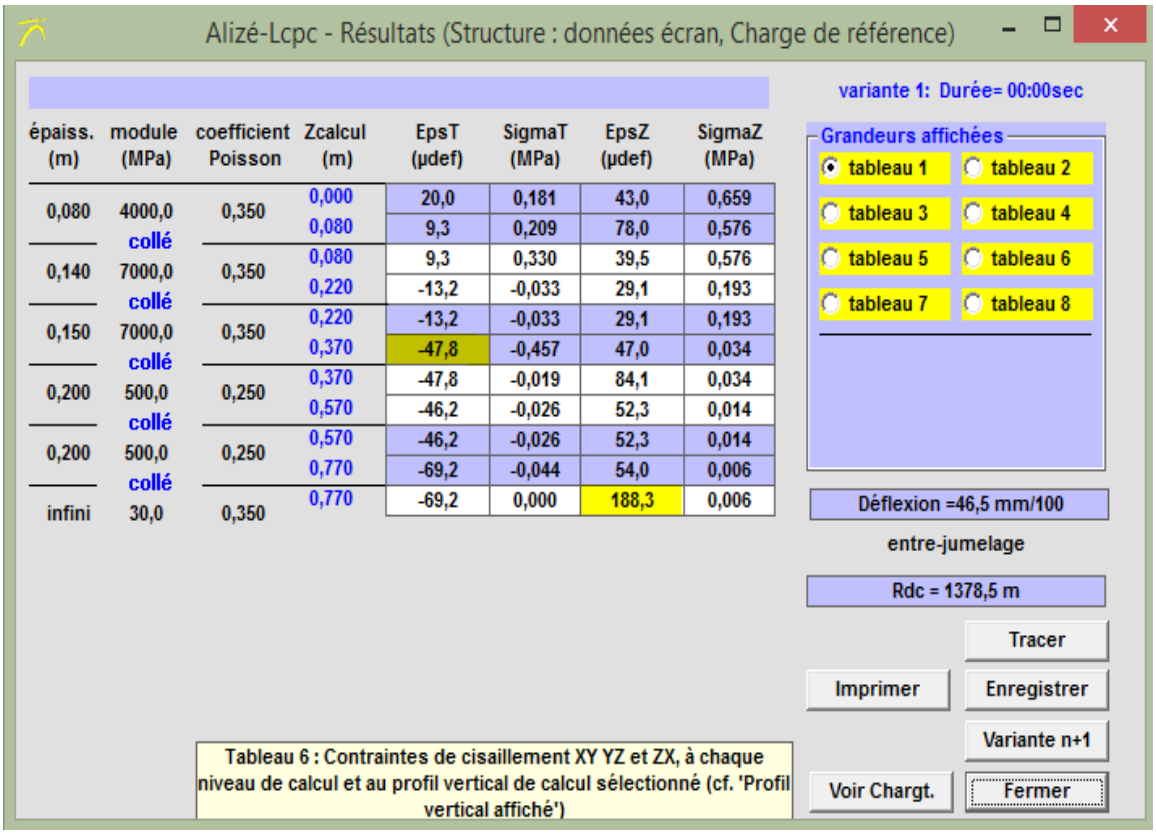
$$\varepsilon_{t,adm} = 100\times10^{-6}\times (20.02\times10^{6} / 10^{6})^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(-2.054)(-0.146)} \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0.645 \times 0.657 \times 1.3 \times 1.336$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 73.59 \times 10^{-6}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_{t,adm} = 73.59\times10^{-6}}$$

vérification des résultats avec le logiciel Alizé III :



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0	0,350	0,000	20,0	0,181	43,0	0,659
	collé		0,080	9,3	0,209	78,0	0,576
0,140	7000,0	0,350	0,080	9,3	0,330	39,5	0,576
	collé		0,220	-13,2	-0,033	29,1	0,193
0,150	7000,0	0,350	0,220	-13,2	-0,033	29,1	0,193
	collé		0,370	-47,8	-0,457	47,0	0,034
0,200	500,0	0,250	0,370	-47,8	-0,019	84,1	0,034
	collé		0,570	-46,2	-0,026	52,3	0,014
0,200	500,0	0,250	0,570	-46,2	-0,026	52,3	0,014
	collé		0,770	-69,2	-0,044	54,0	0,006
infini	30,0	0,350	0,770	-69,2	0,000	188,3	0,006

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

$\varepsilon z = 188.3 \times 10^{-6}$ et $\varepsilon t = 47.8 \times 10^{-6}$

- comparaison des résultats

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE III
$\varepsilon z,adm = 423.232 \times 10^{-6}$	$\varepsilon z = 188.3 \times 10^{-6}$
$\varepsilon t,adm = 73.59 \times 10^{-6}$	$\varepsilon t = 47.8 \times 10^{-6}$

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

- $\varepsilon t = 47.8 \times 10^{-6} < \varepsilon t,adm = 73.59 \times 10^{-6}$
- $\varepsilon z = 188.3 \times 10^{-6} < \varepsilon z,adm = 423.232 \times 10^{-6}$

CONCLUSION

L'épaisseur du corps de chaussée obtenue par la méthode du catalogue des structures est plus important que celle calculée avec la méthode CBR

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussée neuves est une méthode qui s'appui sur des lois de comportement de la structure, on propose de l'appliquer à notre structure pour les raison suivantes :

- elle fait appel aux spécificités géologiques et climatiques de la région
- elle tient de la notion d'agressivité du trafic en nombre d'essieux standards de 13 tonnes sur la structure de la chaussée
- elle donne la possibilité au projecteur de faire un choix entre plusieurs variantes de structures de dimensionnement
- elle tient compte des paramètres de performance des matériaux et de la notion de risques de calcul pour le dimensionnement.

CHAPITRE VI CUBATURE ET TERRASSEMENT

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 de terre sur le sol du terrain naturel qui lui servira de support (remblai) Soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge (déblai).

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

Les mouvements de terrain sont fréquemment constatés sur les profils en longs et les profils en travers.

Pour atteindre l'économie maximale du point de vue du coût des terrassements il faut bien :
-Mettre en œuvre le minimum de matériau.
- Equilibrer les mouvements des terres (déblais- remblais).
- Minimiser la distance de transport

VI-1 DEFINITION

Les cubatures de terrassement, c'est l'évaluation des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.
Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

C'est le calcul des volumes déblais- remblais à déplacer pour respecter les profils en long et en travers fixés auparavant et établir ainsi le métré des travaux.

Remarque : Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

VI-2 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**.

VI-2-1 LA METHODE 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.

VI-3 APPLICATION AU PROJET

Nous rappelons que la méthode choisie pour le calcul des cubatures de terrassement est celle de GULDEN. Le calcul s'est effectué à l'aide du logiciel "piste", les résultats sont joints en annexes. les principaux résultats à retenir sont:

Volume des déblais V_d= 3546117 m^3	**Volume des remblais V_r=306300 m^3**

VI-3-1Les Terrassements

Les travaux de terrassements regroupe l'ensemble des travaux de mouvement de mise en forme des terres dans le cadre de la réalisation des infrastructures aussi bien pour les bâtiments que pour les voiries . les terrassements généraux ont pour but de créer des plateformes sur lesquelles seront relaissées les voiries

On distingue dans l'exécution des terrassements trois phases essentielles

-l'extraction

- le transport

-la mise en remblais

VI-3-2 Extraction Des Déblais

Les méthodes d'extraction différent selon la nature du sol et des difficultés d'exécution , des travaux d'extraction
selon la profondeur donnée par le topographe. Les matériaux extraits sont ensuite emportés

- en décharge ou

- réutilisés en matériaux de remblais

Les moyens d'extractions des déblais sont en fonction de la nature géologique et caractéristiques mécaniques des sols en place,

sachant que notre sol est un sol fins argileux ou s'approche du comportement de la Classe A1 on préconise d'utilisation des pelles hydrauliques

VI-3-3 Mise En Place Des Remblais

Les remblais occupent un volume de **306300** m3, soit **8** % du volume total déblai, enregistré
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 .on procède par étape

-Régalage du terrain naturel

-drainage hors de l'emprise de toutes les venues d'eau

-compactage pour améliorer la stabilité et la portance du sol en réduisant les risques de tassement

VI-3-4 Réutilisation en remblais

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.

Les sols fins argileux (classe A) recensés au long du tracé est non réutilisable sans traitement en remblais.
pour les sols comportant des éléments fins et grossiers (classe c) sont réutilisables en respectant les condition du guide GTR

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
C_1A_1s C_1B_5s	Ces sols sont difficiles à compacter L'humidification pour changer d'état exigeant un malaxage au moins grossier du sol peut être rendue difficile par la présence des blocs. Si ce malaxage ne peut être réalisé il convient alors de laisser percoler l'eau à partir de la surface après avoir réalisé une scarification. Dans ce cas il convient d'observer un temps de percolation de plusieurs heures	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaire pour permettre leur utilisation et risquant de conduire rapidement à des excès de teneur en eau	NON
		+	pluie faible	**Solution 1 : utilisation en l'état** C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 1 1
				Solution 2 : extraction en couches E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 0 0 1 1 2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	**Solution 1 : utilisation en l'état** C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 1
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0 0 4 0 1 2 0
		-	évaporation importante	**Solution 1 : maintien de l'état** W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne	0 0 3 0 0 1 2
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0 0 4 0 1 1 0

tab1 tableau de condition de réutilisation du sol en remblais

L'évacuation des eaux pluviales constitue l'une des contraintes majeures des projets routiers car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tel que les problèmes d'inondation, glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, de stabilité des talus et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

Le rétablissement hydraulique consiste en la détermination des débits de crue pour chaque écoulement qui franchit le tracé routier. Il importe de s'en préoccuper dès le stade des études d'Avant - Projet Sommaire (APS) son assainissement concerne les volets suivants:

1/ rétablissement des écoulement naturels en assurant la continuité des bassins versants interceptés par la route et par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc.…

2/ collecte et évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route

3/ collecte et évacuation des eaux internes c.à.d. le drainage des ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées et canalisations drainantes)

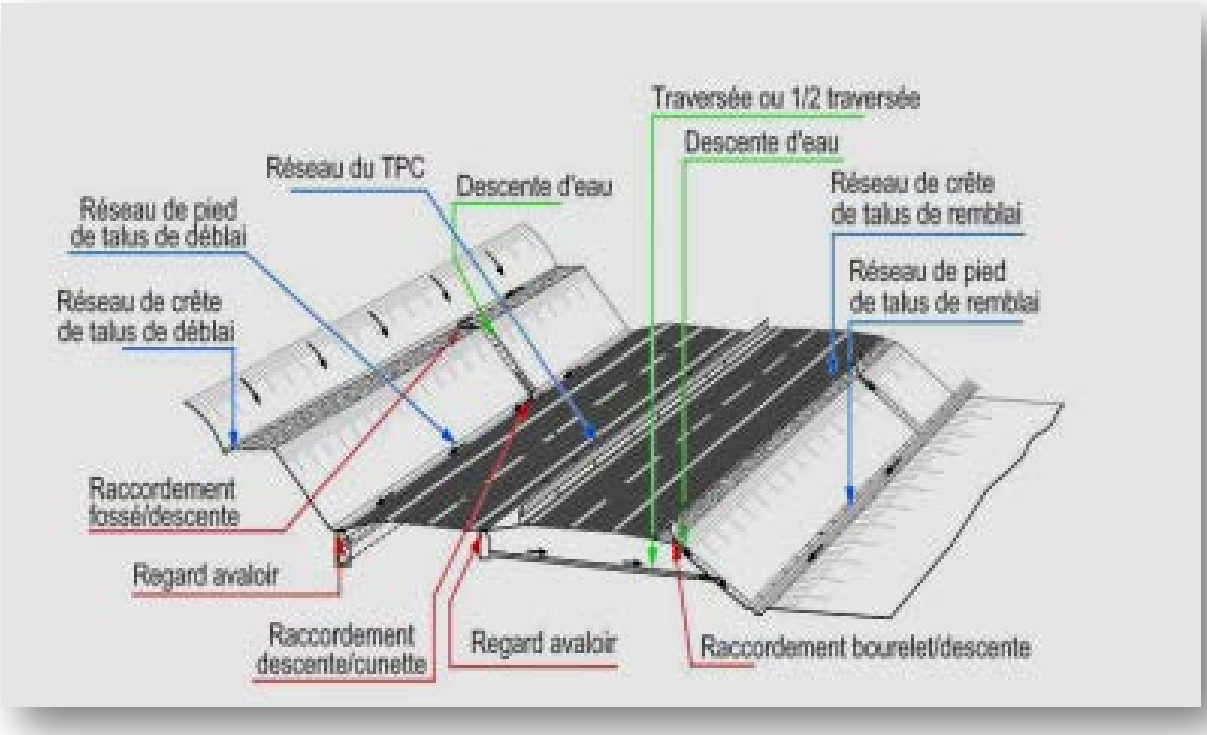


Fig1 coupe transversale de la chaussée

VII-1- Types de dégradation

VII-1-1Pour Les Chaussées

-Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).

- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).

-Décollement des bords (affouillement des flancs).

VII-1-2POUR LE TALUS

-Glissement.

- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.

VII-2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombantes et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonnes conditions de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de la chaussée.
- Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amant de la plate-forme (Danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel)

Il nécessite la connaissance des données hydrauliques pour la détermination des débits de crues de différentes fréquences (décennal, cinquantaine)

VII-3 Application au projet

VII-3-1 Données Pluviométriques

L'étude hydrologique vise à récolter des données relatives aux caractéristiques morphologiques des bassins versants que traversent le projet et leurs écoulements moyennant des données climatiques, pluviométriques et géographiques du site,l'hydrologue quantifie les débits des surfaces et des cours d'eau traversés.

Les caractéristiques pluviométriques interviennent dans l'estimation des débits d'apport provenant du bassin versant. de la région de TIZI OUZOU est régie par un climat méditerranéen

D’après les informations récoltées au niveau local (agence national des ressources hydrauliques) , les données pluviométriques se rapportant à la région de Tizi-Ouzou sont :

La pluie journalière moyenne : PJ moy = 74.7mm.

Le coefficient de variation : CV = 0.38.

L’exposant climatique : b = 0,37.

VII-3-2 caractéristiques morphologiques des bassins versants

les surfaces des bassins versants ont été estimées a l'aide du logiciel Map info sur la carte topographique d'une échelle 1/250000

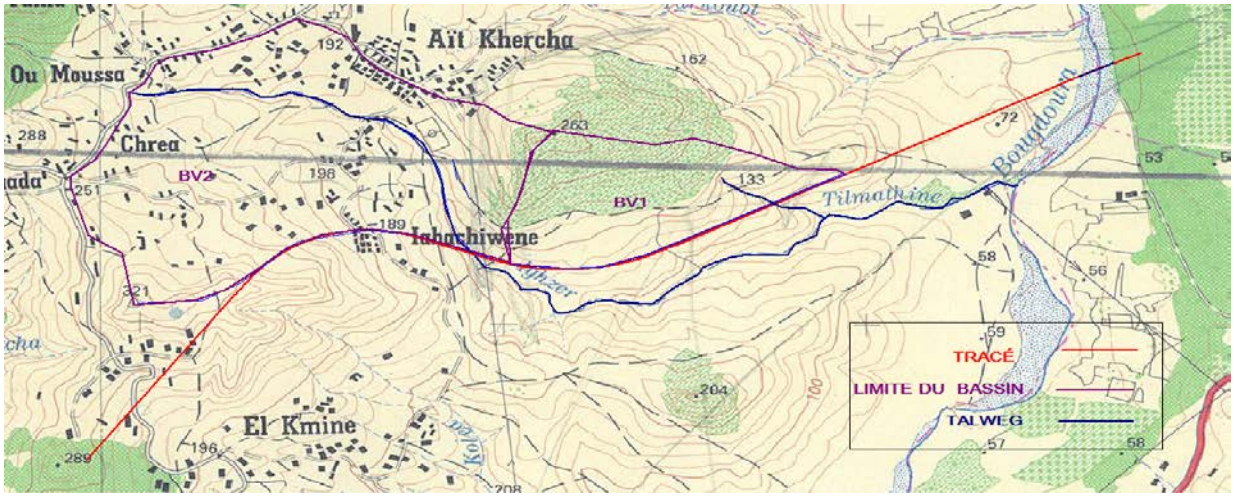


fig2 Délimitation des bassins versants

Les résultats des calculs sont répertories dans le tableau suivant :

		K	p	PJ	i	A	Tc	B	IT	C	Qa
BV1	10	2.778	0.027	118.87	4.95	0.2595 km^2	0.393	-0.63	66.01	0.20	4.75
	5			127.80	5.32				71.02		5.11
	2			148.70	6.19				82.62		5.56
Chaussée + BAU	10	2.778	0.025	118.87	4.95	0.01362 km^2	0.092	-0.63	164.79	0.95	0.57
	5			127.80	5.32				177.11		0.615
	2			148.70	6.19				206.108		0.71
Berme	10	2.778	0.04	118.80	4.94	0.0975	0.0198	-0.63	433.74	0.4	0.046
	5			127.80	5.32				466.17		0.05
	2			148.7	6.19				542.06		0.058
Talus	10	2.778	0.667	118.87	4.95	0.09755 km^2	0.0152	-0.63	512.36	0.25	0.34
	5			127.80	5.32				551.17		0.37
	2			148.70	6.19				641.22		0.43

		K	p	pj	i	A	Tc	B	IT	C	Qa
BV2	10	2.778	0.114	118.87	4.95	0.736 2 km^2	0.04 9	-0.63	245.95	0.20	10.02
	5			127.80	5.32				263.40		10.77
	2			148.70	6.19				306.47		12.53
Chaussée + BAU	10	2.778	0.025	118.87	4.95	1.270	0.09 05	-0.63	166.51	0.95	0.558
	5			127.80	5.32				178.96		0.599
	2			148.70	6.19				208.22		0.69
Berme	10	2.778	0.04	118.80	4.94	0.094 1	0.01 94	-0.63	439.36	0.4	0.45
	5			127.80	5.32				472.20		0.049
	2			148.7	6.19				549.42		0.057
Talus	10	2.778	0.667	118.87	4.95	0.009 41 km^2	0.04 7	-0.63	251.60	0.25	0.16
					5.32				270.66		0.17
					6.19				314.88		0.20

VII-3-3 Exemple De Calculs

- PLUIE JOURNALIERE

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

- FREQUENCE D'AVERSE PJ (10%):

$$\text{Pj}(10\%) = \frac{74.7}{\sqrt{0.38^2+1}} \times \text{e}^{\left(1.282\sqrt{\ln(0.38^2+1)}\right)} = 118.87 \text{ mm}$$

- FREQUENCE D'AVERSE PJ (5%) :

$$\text{Pj}(5\%) = \frac{74.7}{\sqrt{0.38^2+1}} \times \text{e}^{\left(1.645\sqrt{\ln(0.38^2+1)}\right)} = 127.80 \text{ mm}$$

- FREQUENCE D'AVERSE PJ (2%) :

$$\mathrm{Pj}(2\%) = \frac{74.7}{\sqrt{0.38^2+1}} \times \mathrm{e}^{\left(2{,}057\sqrt{\ln(0.38^2+1)}\right)} = 148..70 \text{ mm}$$

VII-3-3-1Exemple De Calcul D'un Fosse (Bassin Versant N° 1)

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.

- Calcul de surface :

surface de la chaussée :(chaussée +BAU)

AC = 13.5 x975 m = 1.3162 ha

surface de la berme :

Ab= 1x 975 = 0.0975 ha

surface du talus :

AT =10x 975.5= 975=0.9755 ha.

- Calcul des débits d'apport (Qa) :

Pour la chaussée :

* C_C = 0.95 * P =2.5% * I (10%) =4.95 mm /h * A_C=1.3162 ha

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{1.3162}{2{,}5}} = 0{,}092h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 4.95(\frac{0.092}{24})^{0{,}37-1} = 164.79mm/h$$

$(Q_a)_C$ =K.C.I.A=2, 778.10^{-3} x0, 95x 164.79 x1.3162 ha =0.57m^3/s

$(Q_a)c$=0,57 m^3/s

pour de la berme :

* C_C = 0.4 * P =4% * I (10%) =4.95 mm /h * A_C=0.0975 ha

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{0.0975}{4}} = 0{,}0198h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 4.95(\frac{0.0198}{24})^{0,37-1} = 433.74mm/h$$

$(Q_a)_C$ =K.C.I.A=2, 778.10^{-3} x0, 4x 433.74x0.0975ha =0.046m^3/s

$(Q_a)c$=0,046 m^3/s

- Debit d'apport total :

Q tot = Qc +Qb= 0.57 +0.046 = 0.61

Q tot = 0.61 m^3/s

Pour le talus:

* C_C = 0.25 *P =66% * I (10%) =4.95 mm/h *A_T=0.9755 ha

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{0.9755}{66}} = 0{,}0152\ h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 4.95\ (\frac{0{,}0152}{24})^{0,37-1} = 512.36mm/h$$

$(Q_a)_T$ = K.C.I.A = 2,778.10^{-3} x0, 25x 512.36 x0, .9755 = 0,34m^3/s

$(Q_a)_T$=0,34 m^3/s

Débit du basin versant (n° 1) :

Q_{BV_1} = 4.75m^3/s

Le débit tiré du tableau suscité :

➡ Alors le débit d'apport (Qa) sera : Qa = QBV1+ QC+ Qt

Qa= 4.75+0,61+0.34= 5.70 m^3/s

Qa= 5.70 m^3/s

➢ Dimensionnement du fossé

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

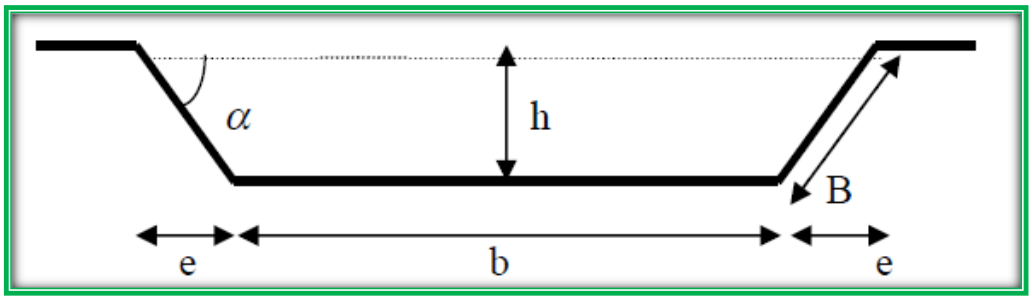


Fig3 schéma d'un fossé

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 calculer 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 ;

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

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= 5.70 m^2/s * K = 70 * I = 4%

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

⟹ Après calcul itératif on trouve *H = 0.70 m.*

D'où les dimensions du fossé :

B X H = 0.50 m X 0.70 m.

VERIFICATION

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

Qs = 7.67 m^3/s

Qs > Qa ⟶ Inégalité vérifiée .

VII-3-3-2 Exemple De Calcul D'une Buse (Bassin Versant N°1) :

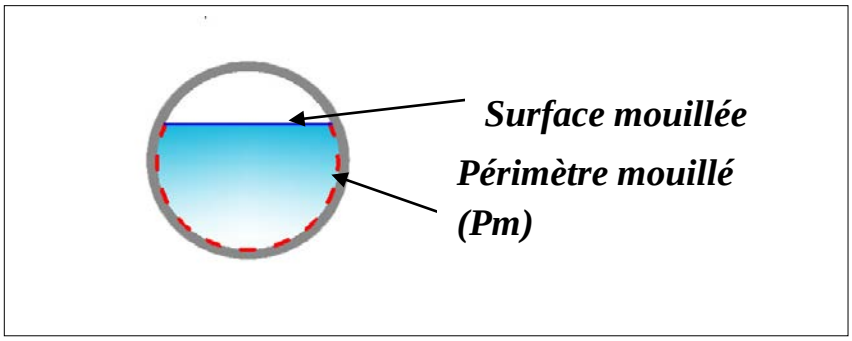


Fig4 schéma d'une buse

Dimensionnement de la buse

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

Avec

- ✓ Sm : surface mouillée = 1/2 ×π× 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%

$$R^{\frac{8}{3}} = \frac{Qa \times 2^{\frac{2}{3}}}{Ks \times \frac{1}{2} \times \pi \times I^{\frac{1}{2}}} = \frac{5.70 \times 2^{\frac{2}{3}}}{80 \times \frac{1}{2} \times 3{,}14 \times 0{,}025^{\frac{1}{2}}}$$

⟶ R=0,455m , Alors on aura : D=2R= 0,911m

Une fois le diamètre 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 : **Φ1000 mm**

Fig5 Mise en place de buse

VI-3-3-3 Exemple De Calcul D'un Dalot (Bassin Versant N°2):

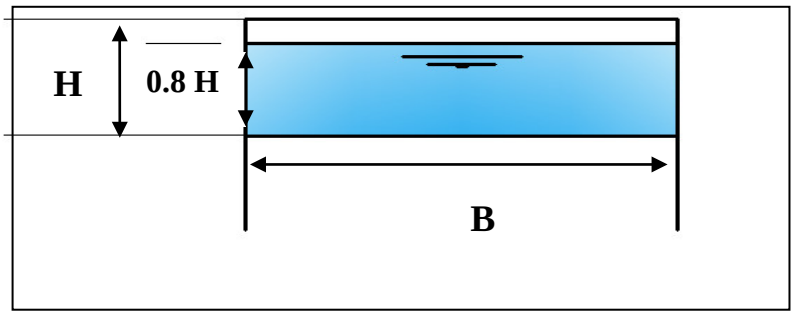


Fig6 Schéma d'un dalot

- . Calcul de surface :

surface de la chaussée :

Ac = 13.5x941 =12703.5m^2 =1,.270 ha.

surface de la berme

Ac = 1x941 =941 m^2 =0.0941 ha.

surface du talus:

A_t =10x 941 =9410 m^2=0.941 ha

- Calcul des débits d'apport (Qa)

  :

  Pour la chaussée :

  * C = 0.95 * P =2.5% * I (2%) = 6.19mm/h * A=1.270 ha

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{1..270}{2{,}5}} = 0{,}0905h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 6.19(\frac{0{,}0905}{24})^{0{,}37-1} = 208.22mm/h$$

$(Q_a)_C$ = K.C.I.A = 2, 778.10^{-3} x0, 95x208.22 x 1.270= 0.69 m^3/s

$(Q_a)c$=0,69 m^3/s

Pour la berme

* C = 0.4 * P =4% * I (2%) = 6.19mm/h * A=0.0941 ha

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{0.0941}{2{,}5}} = 0.0194h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 6.19(\frac{0{,}0194}{24})^{0{,}37-1} = 549.42mm/h$$

$(Q_a)_C$ = K.C.I.A = 2, 778.10^{-3} x0, 4x549.42x 0.0941= 0.058 m^3/s

$(Q_a)c$=0,0558 m^3/s

debit total de la chaussée:

Q tot = Qc +Qb = 0.558+ 0.69=0.74

Q tot = 0.74 m^3/s

Pour le talus

* C = 0.25 * P =66% * I (2%) =6.19 mm/h * A=0.941 ha

$$Tc = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127\sqrt{\frac{0.941}{66}} = 0{,}047h$$

$$It = I(\frac{Tc}{24})^{b-1} = 6.19(\frac{0{,}047}{24})^{0{,}37-1} = 314.88\ mm/h$$

$(Q_a)_T$=K.C.I.A=2,778.10^{-3} x0, 25x314.88 x0.941 =0.20m^3/s

$(Q_a)_T$=0,20 m^3/s

Alors le débit d'apport (Qa) sera : Qa=QT+QC+ QBV_2

Qa=12.53+0.74+0.20= 13.47m^3/

Qa= 13.47 m^3/s

➢ 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.

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

Avec:

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

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

On fixe : B = 2 m ⟶ Et par calcul itératif : on trouve H=1.5m.

Conclusion : Enfin notre dalot sera de dimensions :

B x H = 2 m x 1.5 m

Fig7 Vue sur un dalot

tableau récapitulatif

Bv	Type ouvrage	Dimensions
Bv1	Buse	Ø=1000 mm
Bv2	Dalot	2.00 m x1.5 m

NB

Pour assurer la continuité d'**Oued Bougdoura** qui coupe notre tracé un viaduc est prévu du pk 10+270 au pk 10+540 d'une longueur de 240 m .

CHAPITRE VIII ECHANGEUR

L'échangeur est un ouvrage à croisement étagé « niveaux différents » ou un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent. Il a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps.

On désigne les échangeurs par :

- Nœuds : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide ;
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbaines classiques
- Mixte : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

VIII-1 LES DIFFERENTS TYPES D'ECHANGEURS

En général on distingue deux types :

VIII-1-1Echangeur majeur

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

VII-1-2Echangeur mineur

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une 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

VIII-2Constitutions des échangeurs

Tout échangeur quel que soit son importance, sa classe ou sa forme, est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

VIII-2-1Pont

Pour assurer un passage supérieur ou inférieur, on peut déterminer le nombre des ouvrages (ponts) en fonctions des paramètres suivants :

le type d'échangeur à implanter.

les contraintes du site d'implantation.

les conditions de coordinations profil en long et tracé en plan.

les conditions de réglementations et de conception.

VIII-2-2Carrefour plan

On trouve les carrefours plans seulement entre raccordement routiers ordinaires, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité et de confort.

VIII-2-3 Les Brettelles

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux directions qui se croisent. Chaque brettelles se termine à une de ces extrémité par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

VIII-3 CHOIX DE L'ÉCHANGEUR

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adopté au cas qui se présente.
Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre
et pour ce but on suit le chemin en 3 étapes :

Étape 1 : détermination du tracé à partir de

- de la Présentation du site d'implantation.
- du Type de route et nombre de branches à raccorder.
- de la Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- de la Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

Étape 2 : configurer du tracé à adopter.

L'échangeur à adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est garanti en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

-Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon, d'alignements droits … ».
-Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires.

Étape 3 :l'analyse

C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilités, de confort et de sécurité.

VIII-4 ANALYSE ET CHOIX DE L'ECHANGEUR

Le tracé de notre projet intercepte une piste (chemin non revêtue).Ceci crée la nécessité de rétablir une communication, afin d'assurer tous les échanges entre ces deux routes et désenclaver les deux village ait khercha et EL kmine en les reliant le nouveau projet de la pénétrante.
Il sera de type diffuseur avec des brettelles d'accès et de sortie et un passage inferieur.

VIII-5 Application au projet

VIII-5-1 Nombre De Voie Des Bretelles

On estime un TJMA a l'intérieur des bretelles est de 20% du trafic de la pénétrante

Trafic a la mise en service

TJMA 2020 = 0.20x 10970

TJMA 2020= 2194 v/j

TJMA 2040 = 2194 x $(1+0.04)^{20}$ = 4807 v/j

Trafic a l'année horizon

T_{eff} = ((1-0.35) +8 X0.35) x 4807 = 4471 uvp /j

Capacité théorique

Q (2040) = 0.12* 4471 = 573 uvp /h

Capacité admissible

Q adm = 0.90 X 0.95 X 3200 = 2736 uvp/h

n= 2/3 (537/2736) = 0.130= 1 voie

Bretelle a une voie de circulation

VIII-5-2 Disposition conventionnelle

VIII-5-2-1 Caractéristiques géométriques des bretelles

D'après l'ICTAAL 2000 les bretelles des diffuseurs, généralement, sont à **1** ou **2** voies.

a) Trace en Plan des Bretelles

rayon	symbole	1 voie sortie
Rayon min	Rm (m)	40(7%) et 100 le premier rayon rencontré
Rayon min non déversé	Rnd (m)	300
Rayon max dans la boucle	Rmax	/
Dévers entre Rnd et Rm	D(m)	D=675/R+0.25 Entre 100et300

tab1 Valeur limites des rayons en plan

pour les rayons inferieur a 100m ils doivent être introduit par une Clothoïde

b) Zones De Décélération Et D'accélération

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

- longueur de référence pour les voies de sortie et entrée des bretelles

Il existe deux façons d'aménager les voies de changement de vitesse (biseau et en parallèle) l'aménagement en biseau suppose une entrée ou une sortie directe avec un angle peu prononcé et l'aménagement en parallèle comprend une voie additionnelle pour le changement de vitesse

b-1 Dispositif D'entrée D'autoroute

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- ✓ Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5%. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle , doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s^2 ;
- ✓ Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m ;
- ✓ Un biseau long de 75 m.

b-2 Dispositif De Sortie D'autoroute

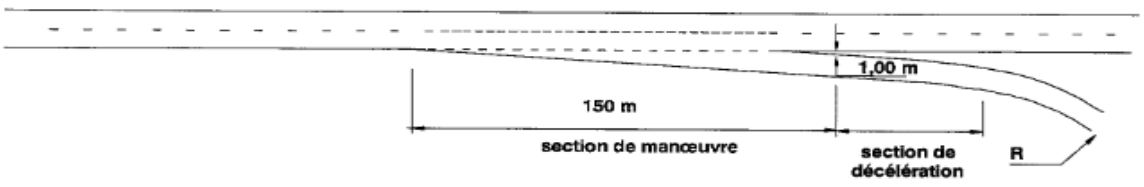


Fig1 dispositif de sortie d'autoroute

Les sorties à une voie sont le cas le plus courant pour les diffuseurs.

Le dispositif de sortie comporte successivement :

- ✓ une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m

- ✓ une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse

associée au rayon de la première courbe rencontrée , avec une décélération en palier de 1,5 m/s^2.

Ld /a= L0/(1-10.p)

avec :

p :est la déclivité en valeur algébrique.

la: longueur en rampe (ascendant)

ld : longueur en descente

c) Sur Largeur

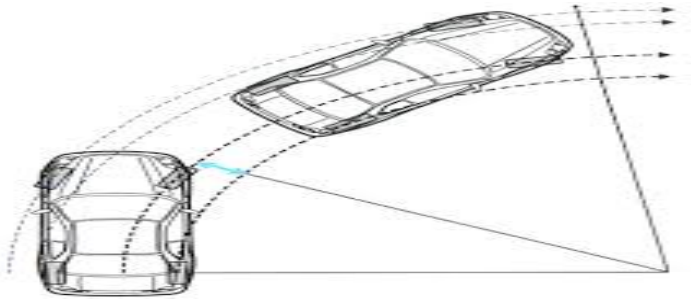


Fig2 inscription des véhicules dans les courbe

un long véhicule circulant dans un virage ,balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond a la largeur de son propre gabarit donc il y'a problème d'inscription du véhicule dans les virages notamment ceux inferieur . a 200 m

pour cela on ajoute une bande de chaussée

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

• S : Surlageur

• R : Rayon de la courbe

• L : Longueur moyenne du véhicule type prise égale à 10m

d) Profil En Long Des Bretelles

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

Déclivité maximale	6%
Rayon minimal en angle saillant	1500m
Rayon minimal en angle rentrant	800m

tab2 Valeur limite des rayons dans le profil en long

e) Profil En Travers D'une Bretelle

L'établissement des profils en travers est basé sur les expériences antérieures sur des projets similaires ou en construction en Algérie, bretelle unidirectionnelle à une voie :
selon **L'ICTAAL.**

Chaussée Unidirectionnelle	3.5 m+S
B.D.D.	1.00 m
B.D.G	0.50 m

tab3 Les valeurs limites des paramètres du profil en travers

Dans une courbe de rayon R < 100 m, une sur largeur S = 50/R par voie est à introduire

Profils en travers types des bretelles est récapitulé dans le tableau suivant

	Berme(m)	BAU(m)	BDG(m)	Sur largeur	BDD(m)	Chaussée(m)
section de sortie « décélération »	1	2	0.5	/	1	3.5+S+BAU
section d'entrée « accélération »	1	2	0.5	$S=\frac{50}{R}$	1	3.5+S+BAU

tab4 Bretelle unidirectionnelle à une voie de circulation

f) Visibilité Sur Une Sortie D'autoroute

La distance de manœuvre en sortie **dms** est définie comme la distance parcourue à vitesse Constante. La vitesse maximale autorisée pendant le temps nécessaire pour opérer est fixée à 6 secondes. **dms =** 6V (V en m/s).

Pour les deux voies de circulation les plus à droite de la chaussée, le conducteur doit à la fois percevoir à la distance **dms** du point dit "de sortie au plus tôt" (S = 1,50 m):

- ✓ l'ensemble de la face du panneau de signalisation avancée placé au droit de ce point.
- ✓ la balise signalant le musoir que l'on suppose observée à une hauteur de 1 m à l'endroit où le musoir atteint 5 m de large.

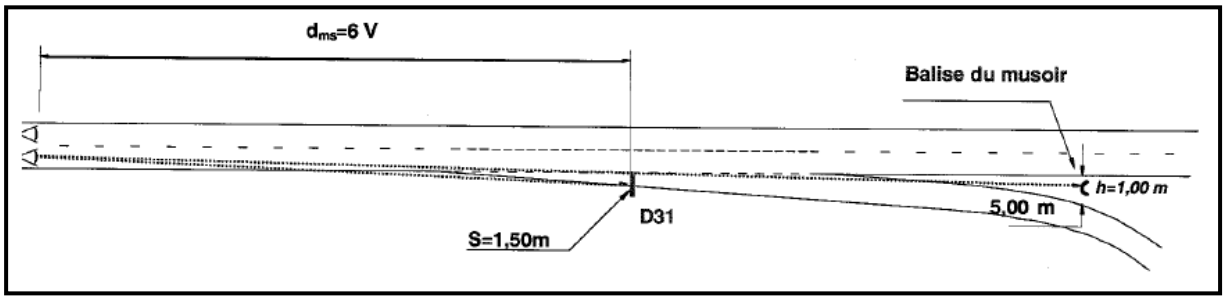


Fig3 Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute.

g) Visibilité Sur Une Entrée D'autoroute

La distance de visibilité pour la voie de droite de l'autoroute doit être au moins égale à la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule entrant.

Distance d'arrêt da= distance de freinage + distance de perception/réaction

$$da = + 2V + V^2/2g\,(\gamma(v) + p)$$

Avec :

- ✓ V en m/s.
- ✓ γ (v) : décélération moyenne exprimée en fraction de g. Elle dépend de V
- ✓ p : la déclivité, en valeur algébrique.

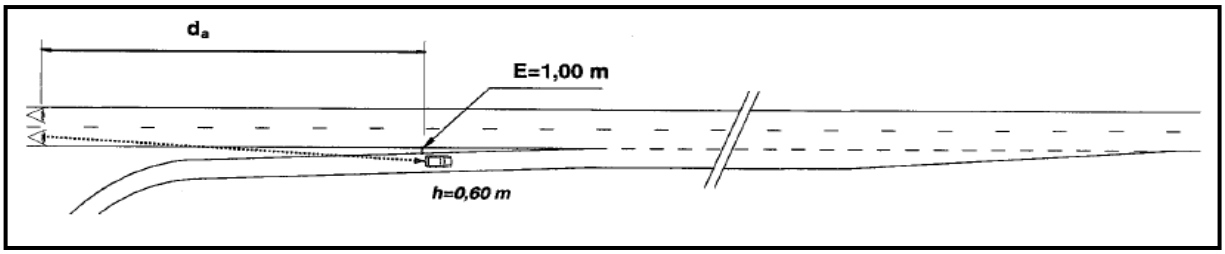


Fig4 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute.

h) Distance De Visibilité Sur Marquage

dvm = 3V ; avec (V en m/s).

i) Distance De Lecture (Lc) :

Définit la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation :

lc=5V ; avec (V en m/s)

Résume :

Le tableau suivante représente les Principales distances de visibilité.

vitesse	90Km/h=25m/s
Décélération moyenne γ(v)	0.40
Distance d'arrêt en palier (p=0)	130
Distance de manœuvre en sortie dms (et changement de file)	150
Distance de visibilité sur marquage dvm	75
Distance de lecture lc	125

tab5 Principales distances de visibilité

Conclusion

Après analyse des paramètres , on fait le choix de l'échangeur indiqué qui raccorde les deux village à la pénétrante nous opterons pour un diffuseur a 2 bretelles a une voie de circulation avec un passage inferieur .

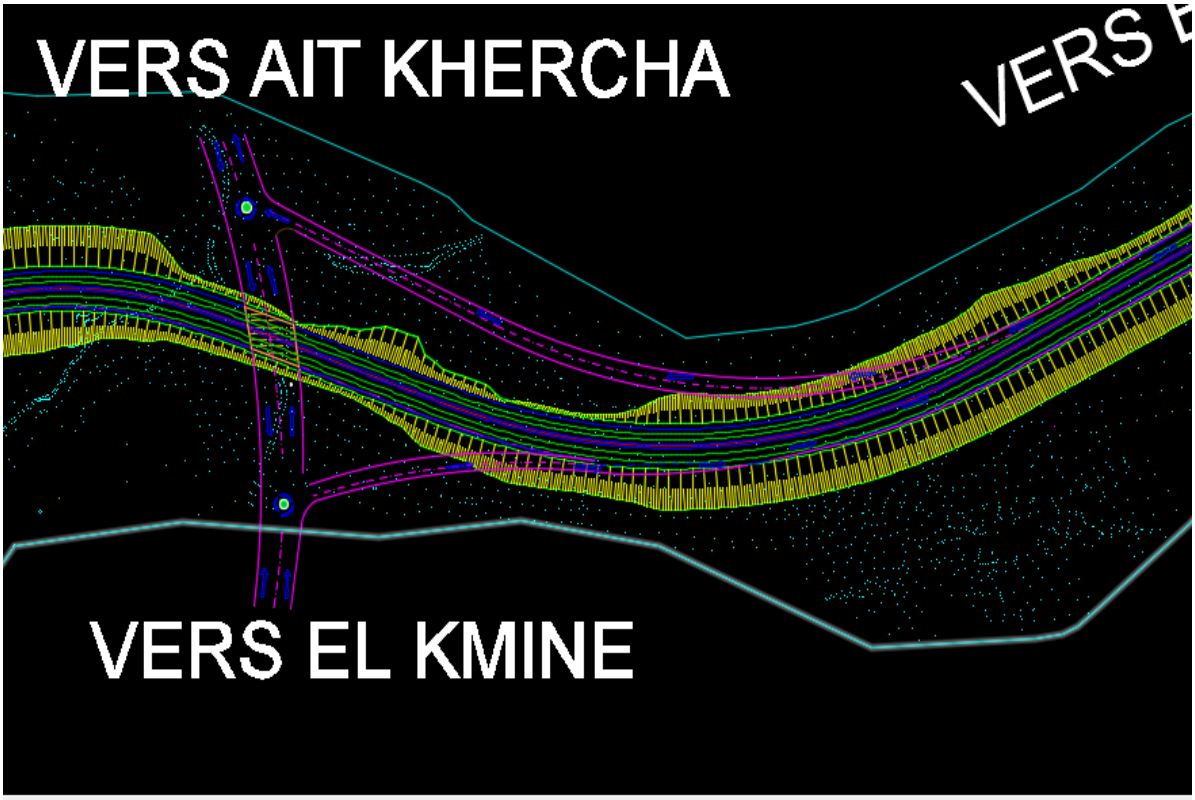


Fig5 Echangeur de type diffuseur (conception avec Autocad Civil 3D)

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés le long de la route, elle est destinée à assurer la sécurité des usagers , en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation

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.

IX-1 SIGNALISATION VERTICALE

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

IX-1-1 Signaux De Danger: panneaux de forme triangulaire, qui doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle signalé (signalisation avancée).

IX-1-2 Signaux Comportant Une Prescription Absolue: panneaux de forme circulaire

On trouve ceux qui désignent :

• L'interdiction.
• L'obligation.
• La fin de prescription.

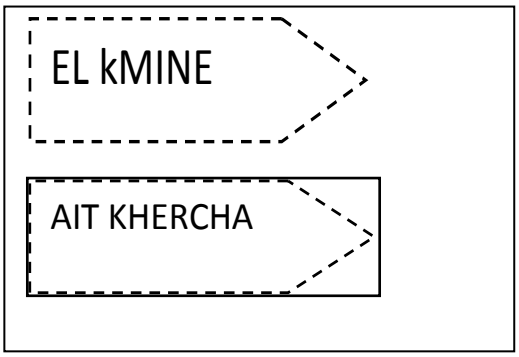
IX-1-3 Panneaux A Simple Indication:

En générale des panneaux de forme rectangulaire quelques fois terminés en point de flèche, On distingue:

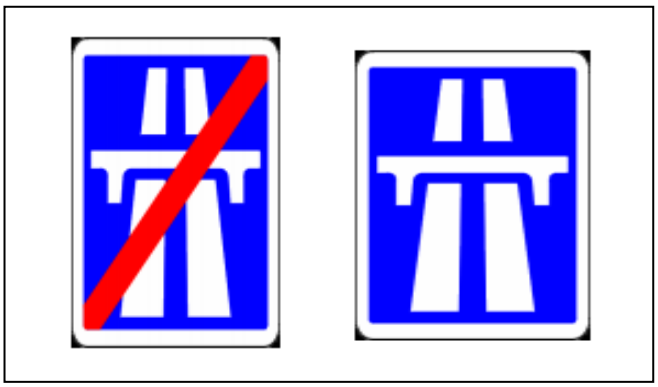
• signaux d'indication et de localisation.
• signaux de direction.
• signaux de position de danger et signaux divers.

IX-1-4 Exemple De Signalisations Verticale

panneaux de direction



panneaux de pré- signalisation



entrée d'autoroute sortie d'autoroute

panneau de limitation de vitesse

IX-2 SIGNALISATION HORIZONTALE

on trouve :

•Les lignes continues: Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du coté ou elles sont doublées par une ligne discontinue).

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit

•Les lignes discontinues:

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue :

✓Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

✓Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

✓Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

• 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 obligent les usagers à marquer l'arrêt.

• Les flèches de rabattement qui signalent aux usagers d'emprunte la voie indiquée située du coté qu'elles indiquent, généralement on les trouve à l'approche des points particuliers comme l'échangeur ou un rétablissement de route

• Les flèches de sélection qui sont situées au milieu d'une voie et indiquent la direction à suivre.

L'ensemble de la signalisation se présente comme un marquage sur la chaussée, pour régler la circulation et guider les usagers sur la route.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité " **u** " différente selon le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour " **u** ".

u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase Campagne.

u = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

u = 5 cm sur toutes les autres routes.

u = 3 cm pour les lignes tracées sur des pistes cyclables.

La valeur de " u " doit être homogène sur tout un itinéraire.

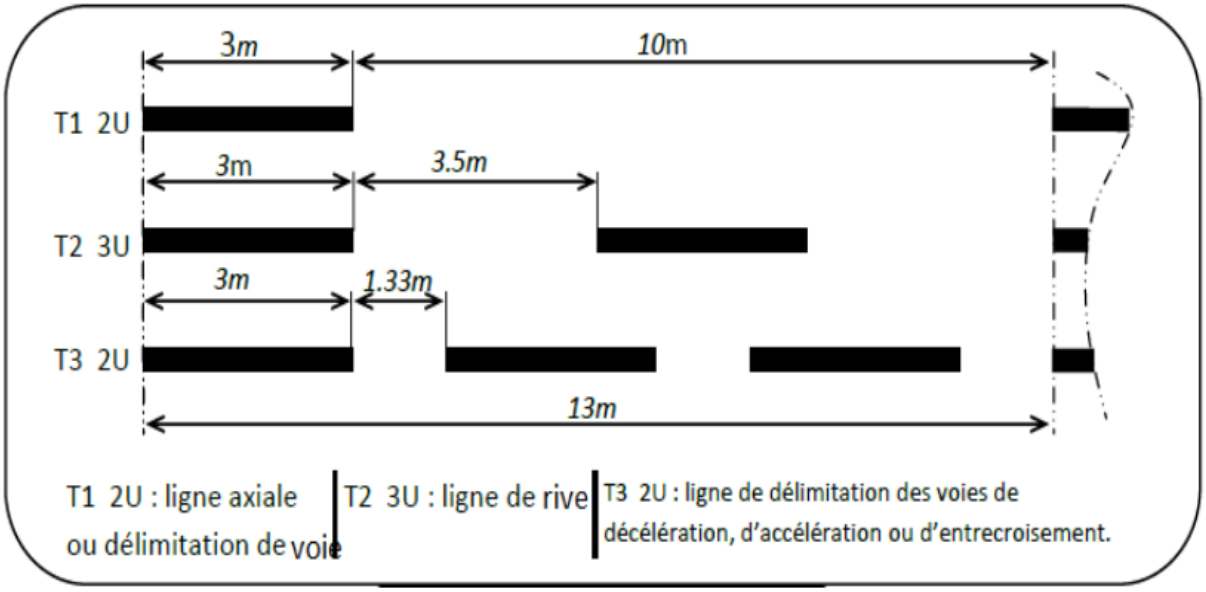


Fig1 schéma type de modulation du marquage au sol

IX-2-1 Lit D'arrêt

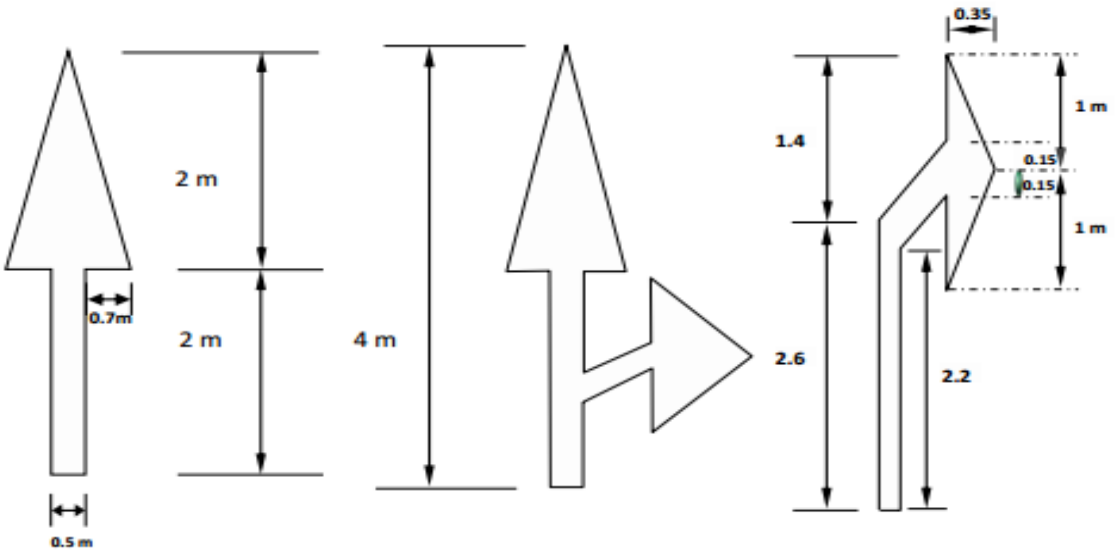
La mise en place d'un lit d'arrêt est à examiner indépendamment de la V.S.V.L.

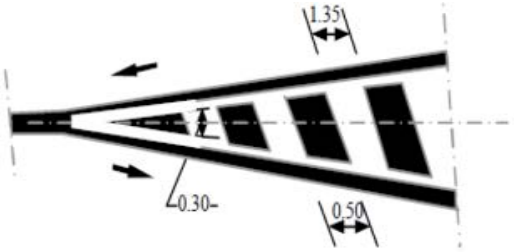
Un lit d'arrêt est recommandé à l'amont d'un point singulier (échangeur, aire, d'ouvrage d'art non courant, tunnel…) situé dans une descente, après une dénivelée) supérieure à 130 m.

Son implantation et son aménagement doivent en faciliter l'utilisation : bonnes conditions de visibilité à la fois sur le lit d'arrêt et le point singulier, butte en extrémité de plate-forme, signalisation spécifique.

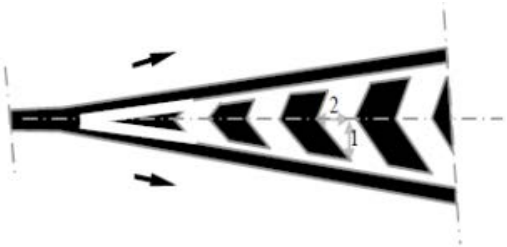
Fig 2 Lit d'arrêt d'urgence

IX-2-2 Exemple De Signalisation Horizontale

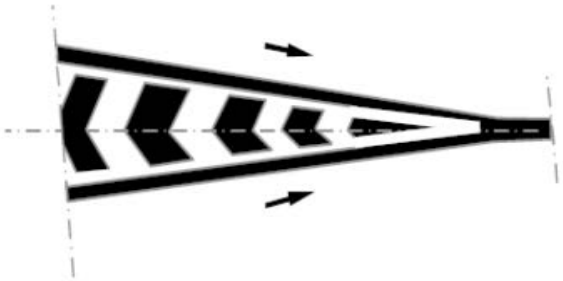




- *Cas de trafic inverse.*



- *Cas de trafics divergents*



- *Cas de trafics convergents*

IX-2-3 Visibilité Sur Une Sortie D' Autoroute

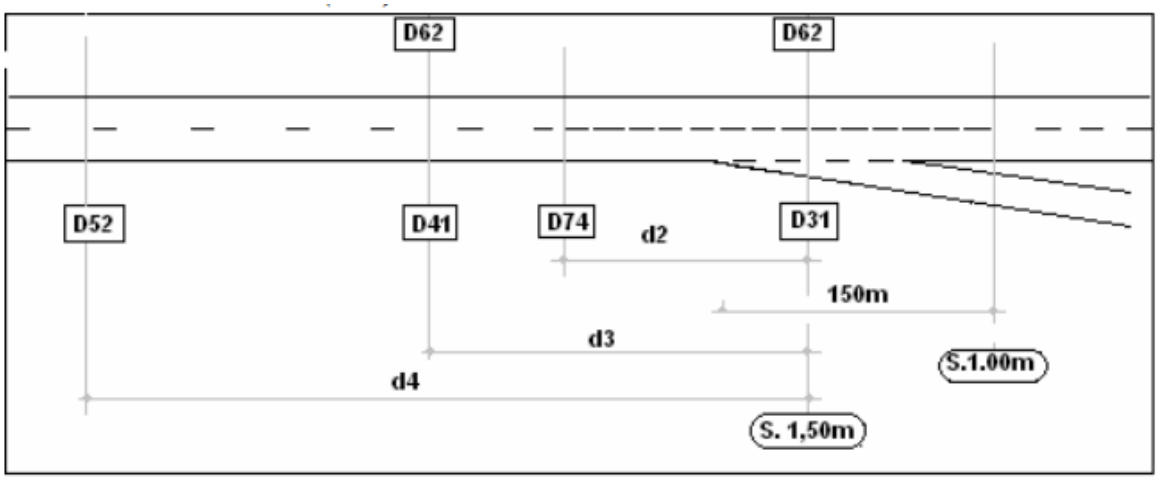
A l'amont d'une sortie, les conditions de visibilité portent d'une part sur la signalisation et les ordres de grandeur pour la prise en compte de la signalisation directionnelle sont :

- avertissement (D74) : 60 s avant la sortie pour attirer l'attention des usagers.
- pré-signalisation (D41) : 30 s avant la sortie, pour marquer le début de la manœuvre de sortie et notamment inciter les usagers à gagner la voie de droite.
- signalisation avancée (D31), au point S= 1.50 m , pour marquer la fin de la manœuvre de sortie sur la chaussée émettrice.

- signalisation (D52) Panneau d'avertissement de bifurcation autoroutière simple

Implantation de la signalisation directionnelle(📖)

	Avec affectation de voies				Sans affectation de voies		
V (km/h)	Changements de voie	**90**	**110**	**130**	**90**	**110**	**130**
d2 Pré signalisation de bifurcation D74		120	150	250	300	400	500
		240	300	500			
		360	450	750			
d3 Pré signalisation D(a)40		120	150	250	600	800	1000
		240	300	500			
		360	450	750			
d4 Avertissement D(a)50		600	800	1000	1000	1500	2000



IX-3 EQUIPEMENT

IX-3 BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

IX-3-1 Sur Le T.P.C. Séparateurs En Béton

Les séparateurs en béton du type « DBA » (double séparateur en béton adhérent) sont des murets de type New Jersey, continus en béton coulé en place ou préfabriqué. Ils ont un comportement rigide lors d'un impact avec un véhicule, tout en facilitant le redressement de ce dernier.

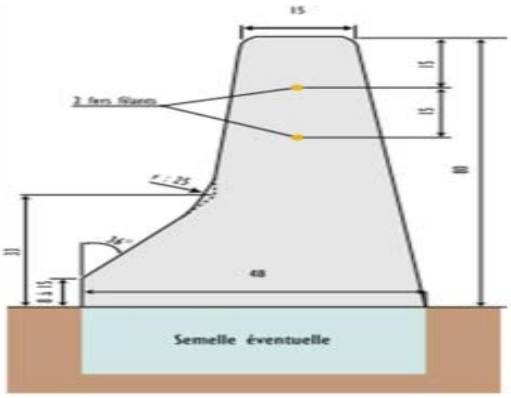


Fig3 séparateur en béton

IX-3-2 Sur L'accotement

Sur les autoroutes à 2x3 ou 2x4 voies, des barrières de sécurité doivent être mises en place systématiquement..

En outre, des barrières adaptées à la retenue des poids lourds sont implantées lorsque les conséquences d'une sortie de chaussée sont particulièrement graves au égard à la proximité d'installations sensibles (zone de captages d'eau potable, dépôt d'hydrocarbures…), d'habitations ou d'équipements publics, à la configuration des projets (viaduc, haut remblai…) ou à la nature des voies (voie ferrée, route à trafic élevé…) longées ou franchies.

Fig3 glissière de sécurité

IX-4 ECLAIRAGE

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible. Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un laps de temps, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement, On distingue:

- quatre catégories d'éclairage publics :

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

- paramètres de l'implantation

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

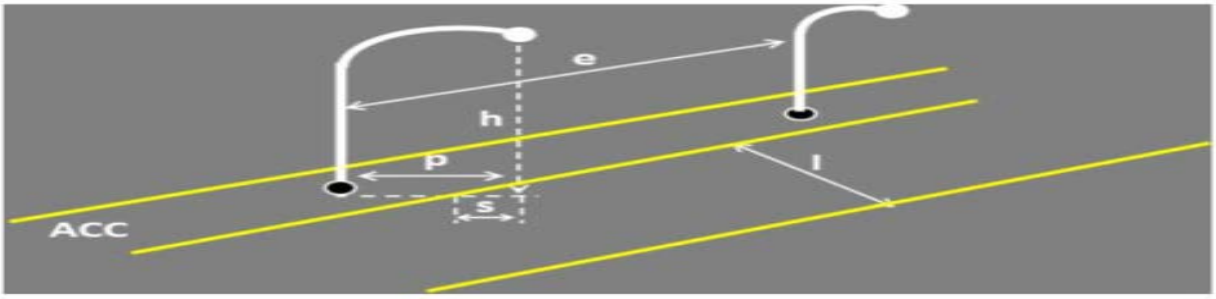


Fig : éclairage simple

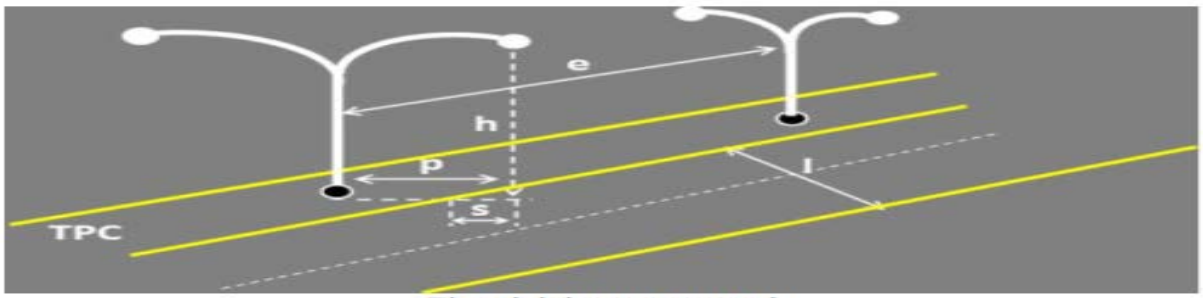


Fig : éclairage composé

CHAPITRE IX SIGNALISATION ET EQUIPEMENT

la réalisation de la nouvelle autoroute dans laquelle s'inscrit le projet engendrera des effets sur l'environnement aussi bien positif que négatifs

X-1 Utilité de l'étude d'impact

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.

X-1-1 Impacts positifs du projet

X-1-1-1Impact socio économique

- 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

X-1-2 Impacts négatifs du projet

X-1-2-1Impact sur le cadre humain

-perturbation temporaire des habitudes de vie des résidants à proximité de la zone de réalisation

- Perturbation de la circulation automobile durant la phase de la réalisation (embouteillage).

-La nuisance sonore due à l'usage des engins

-perturbation de l'environnement par les poussières , bruit , et dégradation de la chaussée due a la circulation de la machinerie

X-1-2-2Impact sur le milieu physique

-pollution atmosphérique

-déboisement qui peuvent déclencher des glissements de terrain

-diminution de la surface et du potentiel agricole

-pollution crée par la machinerie

X-1-2-3Impact sur l'hydrologie et hydrogéologie

pendant la phases des travaux le risque de pollution peut provenir de tout les engins utilisés sur le chantier (fuite de gasoil ,d'huile ,vidange sauvage)

-les centrales d'enrobages utilisée pour la confection des matériaux de chaussée pollution par le fuel

- déversement des eaux de chaussée dans les oueds

-travaux de terrassement nécessitant le rabattement du niveau de la nappe

- diminution du coefficient d'infiltration du au passage de la machinerie pendant la phase de réalisation

X-1-2-4 Impact des échangeurs

-augmente fortement l'emprise au sol et la consommation d'espace (cultivable, habitable, ou support d'habitats naturels)

-encouragent et facilitent la vitesse et donc la consommation de carburant

X-1-2-5Impact sur la santé

-Nuisance sensorielle (bruit, odeurs) de l'irritation des voies respiratoires des yeux de tous les effets toxiques

--le monoxyde de Carbonne qui agit sur le système nerveux et peut occasionner des troubles respiratoires

-les particules de poussières : elle s'affecte les voies respiratoires elle peuvent être toxique voir cancérigène lorsque elle contient du plomb ou certains hydrocarbures.

X-2 Mesures prises pour minimiser l'impact négatif

il est important de définir de manière détaillée et opérationnelle les mesures qui seront prises pour prévenir ou atténuer les conséquences dommageable du projet

- **les eaux superficielles**
  -étanchéité des fossés
  -étanchéité de la plate forme
- **foret**
  - reboisement
- **agriculture**
  -rétablissement des eaux de drainage et d'irrigation
- **paysages**
  -plantation des abords et aménagement esthétiques
- **sécurité**
  - installation des clôtures de limitation de chantier
  -rétablissement des cheminement
  -réalisation de déviations
- **bruit**
  -butte anti bruit
- **patrimoine naturel et archéologique**
  -rétablissement des cheminement de la faune
  -périmètre de protection autour des cites archéologique