

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Filière : Travaux Publics

Option : VOIES ET OUVRAGES D'ARTS

Présenté par : **SIDIBE ABOUBACAR**

Intitulé du thème :

**Etude en APD de la Pénétrante du Port de Skikda à
l'Autoroute Est-Ouest sur 7 km (pk 23+000 au pk 30+000)**

Sous la direction de : **Pr. BELACHIA MOULOUD**

**Promotion
2022**

Remerciements

Toute ma parfaite gratitude, grâce et remerciement sont à **Allah** le tout puissant, clément et Miséricordieux qui m'a donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que je remercie mon encadreur **Pr. BELACHIA MOULOUD** pour m'avoir encadré et notamment sa disponibilité durant tous les instants ainsi que ses conseils avisés qui m'ont rendu ce travail possible.

Mes remerciements s'adressent également :

A tous mes enseignants durant toutes les étapes de mon parcours universitaire, qui ont enrichis mes connaissances et mon savoir surtout pendant les deux ans de formation et de préparation du master.

Sans oublier les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

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

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu qui m'a donné le courage pour arriver à ce stade.

Je dédie ce modeste travail,

A mes parents qui m'ont beaucoup aidé avec leurs soutiens moraux, leurs encouragements et leurs sacrifices.

J'espère que vous êtes fiers de votre fils.

A ma chère sœur : MARIETOU Dite MAGNAGA SIDIBE.

A mes chers frères : AMADOU SIDIBE & ISSA SIDIBE.

A toute ma famille, famille SIDIBE & MAGUIRAGA de près ou de loin.

A ceux avec qui j'ai partagé mes moments de joie, de bonheur, mais aussi de larmes et de difficultés. A tous mes camarades de promotions 2017 Sciences et Technologies (ST) à 2022 Voies et Ouvrages d'Arts (VOA).

Et à tous ceux qui me connaissent et ont contribué à la réussite de ce mémoire. Sans oublier tous les enseignants que ce soit du jardin, du fondamental, du secondaire et de l'enseignement supérieur.

RESUME

RESUME

Résumé :

Vue l'importance du diplôme que je prépare à savoir Master de Travaux Publics en option VOA "Voies et Ouvrages d'Arts", cela m'oblige à aller au-devant du domaine théorique vers le domaine pratique pour améliorer mes compétences et mon savoir-faire dans cette discipline, et surtout le thème traité dans ce mémoire sous le titre « Etude en APD de la Pénétrante du Port de Skikda à l'Autoroute Est-Ouest sur 7 km (pk 23+000 au pk 30+000) ». Ce projet revêt une grande importance sur le plan surtout économique, car il permet le désengorgement du deuxième port d'Algérie en termes d'importation et d'exportation surtout dans le domaine des hydrocarbures.

L'objectif principal de ce projet consistera en l'étude : paramètres du projet, caractéristiques géométriques, caractéristiques géotechniques, ouvrages et dépendance de la route et impact sur environnement.

ملخص

نظرًا لأهمية الشهادة التي أقوم بإعدادها ، أي ماستر في الأشغال العمومية تخصص " VOA طرق و منشآت فنية" ، فإن هذا يجبرني على تجاوز المجال النظري نحو المجال العملي و الميداني لتحسين مهاراتي ومعارفي. - في هذا التخصص ، وخاصة الموضوع الذي يتم تناوله في هذه المذكرة تحت عنوان " دراسة APD للاختراق من ميناء سكيكدة إلى الطريق السريع شرق-غرب على مسافة 7 كم (pk23 + 000 إلى pk 30 + 000). هذا المشروع ذو أهمية كبيرة خاصة على المستوى الاقتصادي ، لأنه يسمح بتخفيف الازدحام عن ثاني ميناء في الجزائر من حيث الاستيراد والتصدير خاصة في مجال المحروقات.

الهدف الرئيسي من هذا المشروع يتمثل في دراسة: معالم المشروع ، والخصائص الهندسية ، والخصائص الجيوتقنية ، والأعمال والاعتماد على الطريق وتأثيره على البيئة.

Abstract:

Given the importance of the diploma that I am preparing, namely Master of Public Works VOA option VOA "Ways and Works of Arts", this forces me to go beyond the theoretical field towards the practical field to improve my skills and my knowledge. - to do in this discipline, and especially the theme treated in this memory under the title "Study in APD of the Penetrating of the Port of Skikda to the East-West Highway on 7 km (pk 23+000 to pk 30+000). This project is of great importance especially on the economic level, because it allows the decongestion of the second port of Algeria in terms of import and export especially in the field of hydrocarbons.

The main objective of this project will consist of the study: project parameters, geometric characteristics, geotechnical characteristics, works and dependence of the road and impact on the environment.

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Introduction générale.....01

CHAPITRE I : PARAMETRES DU PROJET

I.1. PRESENTATION DU PROJET

I.1.1-Situation.....04

I.1.2- Infrastructures de base04

I.1.2.1- Réseau routier04

I.1.3-Présentation du projet04

I.1.4-Présentation de notre tronçon05

I.1.5-Objectifs de réalisation05

I.2. PARAMETRES DE BASE

I.2.1. Généralités07

I.2.2. Objet de l'ICTAAL et domaine d'application07

I.2.3. Conception générale07

I.2.4. Normes géométriques08

I.2.5. Détermination de la vitesse de référence09

I.2.6. Choix de la vitesse de référence09

I.2.7. Choix du type de la route09

I.3. ETUDE DU TRAFIC ET DE CAPACITE

I.3.1. Introduction11

I.3.2. Différents types de trafics11

I.3.2.1. Trafic normal11

I.3.2.2. Trafic dévié11

I.3.2.3. Trafic induit11

I.3.2.4. Trafic total11

I.3.3. Modèles de présentation du trafic12

I.3.4. Calcul de la capacité13

I.3.4.1. Définition de la capacité13

I.3.4.2. Calcul du trafic journalier moyen annuel (TJMA) horizon13

I.3.4.3. Calcul des trafics effectifs.....13

I.3.4.4. Débit de pointe horaire normale14

I.3.4.5. Débit horaire admissible14

I.3.4.6. Calcul du nombre des voies15

I.3.5. Application au projet16

SOMMAIRE

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

II.1. PARAMETRES GEOMETRIQUES

II.1.1. Introduction	20
II.1.2. Classification par catégorie de route.....	20
II.1.3. Classification selon la vitesse de circulation	20
II.1.4. Classification selon le type	20
II.1.5. Catégorie des routes selon B40	21
II.1.6. Environnement	21
II.1.6.1. Dénivelée cumulée moyenne	21
II.1.6.2. Sinuosité	22
II.1.7. Vitesse de référence	22
II.1.8. Critères de conception	23

II.2. TRACE EN PLAN

II.2.1. Introduction	25
II.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan	25
II.2.3. Eléments du tracé en plan	25
II.2.3.1. Alignement	25
II.2.3.2. Valeurs des rayons.....	26
II.2.3.3. Courbe de raccordement (C.R)	26
II.2.3.3.1. Rôles et nécessités de (C.R)	27
II.2.3.3.2. Types des courbes de raccordement	27
II.2.3.4. Combinaison des éléments de tracé en plan	27

II.3. PROFIL EN LONG

II.3.1. Introduction	29
II.3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	29
II.3.3. Coordination du tracé en plan et du profil en long	30
II.3.4. Déclivités	30

II.4. PROFIL EN TRAVERS

II.4.1. Introduction	33
II.4.2. Eléments du profil en travers.....	33
II.4.3. Classification du profil en travers.....	34
II.4.3.1. Profil en travers type de notre projet	35

II.5. CUBATURE

II.5.1. Introduction	37
II.5.2. Définition	37
II.5.3. Méthode de calcul des cubatures	37
II.5.4. Calcul des cubatures de terrassement	37

CHAPITRE III : CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

III.1. ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1.1. Introduction	40
III.1.2. Moyens de reconnaissance	40
III.1.2.1. Etude des archives et documents existants.....	40
III.1.2.2. Visite sur site et essais « in-situ »	40

SOMMAIRE

III.1.2.3. Reconnaissance « in-situ »	40
III.1.2.4. Méthodes géophysiques	41
III.1.2.5. Essai de pénétration.....	41
III.1.3. Différents essais en laboratoire	42
III.1.3.1. Essais d'identifications	42
III.1.3.2. Essais mécaniques	44
III.1.4. Résultats des essais.....	46
III.1.4.1. Résultats des essais <<in situ>>	46
III.1.4.1.1. Sondages carottes	46
III.1.4.1.2. Essais de pénétration standard (SPT)	47
III.1.4.1.3. Puits de reconnaissance	48
III.1.4.2. Résultats des essais en laboratoire	48
III.1.4.2.1. Résultats des essais géotechniques sur les échantillons prélevés des puits de reconnaissance	49
III.1.4.2.2. Essais mécaniques des puits de reconnaissance	49
III.1.5. Conditions d'utilisations des sols en remblais	49
III.1.6. Conclusion	50

III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

III.2.1. Introduction	52
III.2.2. Chaussée	52
III.2.2.1. Définition	52
III.2.2.2. Différents types de chaussée	52
III.2.3. Différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.....	53
III.2.4. Méthodes de dimensionnement des chaussées	54
III.2.4.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)	54
III.2.4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	56
III.2.5. Conclusion	62

CHAPITRE IV : OUVRAGES ET DEPANDANCE DE LA ROUTE

IV.1. ASSAINISSEMENT

IV.1.1. Introduction	65
IV.1.2. Description sommaire de la zone	65
IV.1.2.1. Réseau hydrographique	65
IV.1.2.2. Morphométrie du réseau hydrographique	66
IV.1.2.3. Caractéristiques bassin de l'oued Saf-Saf	66
IV.1.2.4. Pluviométrie	67
IV.1.2.5. Limite des bassins versants	68
IV.1.2.6. Caractéristiques physiques	68

IV.2. SIGNALISATION

IV.2.1. Introduction	71
IV.2.2. Objet de la signalisation routière	71
IV.2.3. Types de signalisation	71
IV.2.3.1. Signalisation verticale	71
IV.2.3.2. Signalisation horizontale	71

SOMMAIRE

IV.2.4. Critères de conception de la signalisation.....	73
---	----

IV.3. ECLAIRAGE

IV.3.1. Introduction	75
IV.3.2. Catégories d'éclairages	75
IV.3.3. Paramètres d'implantation des luminaires	75

IV.4. ECHANGEUR

IV.4.1. Introduction	77
IV.4.2. Rôle de l'échangeur	77
IV.4.3. Règles de conception	77
IV.4.4. Avantages et inconvénients de l'échangeur	77
IV.4.5. Types d'échangeurs	78
IV.4.6. Constitutions des échangeurs	78
IV.4.7. Choix du type d'échangeur	79

CHAPITRE V : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

V.1. Généralité	81
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	83
CONCLUSION GENERALE	85
BIBLIOGRAPHIE	87
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

N°	NOM DU TABLEAU	PAGE
I.2.1	Paramètres géométriques de l'autoroute	8
I.3.1	Coefficient d'équivalence(P).	14
I.3.2	Valeurs de K ₁	14
I.3.3	Valeurs de K ₂	14
I.3.4	Valeurs de capacité théorique	15
I.3.5	Valeurs de capacité théorique.	15
II.1.1	Vitesse en fonction de la catégorie de la route	20
II.1.2	Classe selon la vitesse	20
II.1.3	Détermination de la nature du terrain	22
II.1.4	Classification de la sinuosité	22
II.1.5	Classification d'environnement en fonction de la dénivelée moyenne et la sinuosité (selon le B40)	22
II.2.1	Valeurs minimales des rayons du tracé en plan	26
II.3.1	Valeurs limites des paramètres du profil en long	31
II.4.1	Profil en travers type du notre projet	35
III.1.1	Interprétation d'essai CBR	45
III.1.2	Interprétation du LA	45
III.1.3	Caractéristiques des granulats par le MDE	46
III.1.4	Résultats des sondages carottes	46
III.1.5	Résultats des SPT	47

LISTE DES TABLEAUX

III.1.6	Résultats des puits de reconnaissance	48
III.1.7	Résultats des essais géotechniques sur les échantillons prélevés des puits de reconnaissance	49
III.1.8	Résultats des essais mécaniques	49
III.2.1	Coefficients d'équivalence pour chaque matériau	55
III.2.2	Choix des températures équivalentes	56
III.2.3	Valeurs de coefficient A	57
III.2.4	Classe TPLi pour RP1	58
III.2.5	Valeurs de risque de calcul (R)	58
III.2.6	Présentation des classes de portance des sols	58
III.2.7	Classes de portance de sols supports pour le dimensionnement	58
III.2.8	Sur classement avec couche de forme en matériaux non traité (source CTTP F°01, Novembre 2001)	59
III.2.9	Performances mécaniques des matériaux bitumineux	61
III.2.10	Résultats de calcul par Alizé lpc	61
IV.1.1	Caractéristiques des stations pluviométriques	68
IV.1.2	Caractéristiques physiques des bassins versants	69
IV.1.3	Pluies Max, journalières en mm	69
IV.2.1	Modulation des lignes	72

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

En fin de chaque cycle de formation, l'Université 08 Mai 1945 Guelma, prévoit dans son programme, du deuxième semestre de la deuxième année master un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de (03-04) mois environs.

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

- Compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- S'imprégner du monde du travail.

Parmi les domaines de travaux publics, celui de l'infrastructure routière qui revête une importance particulière dans notre pays, c'est un facteur générateur de développement économique, et il constitue la base de toute opération de développement.

Le travail qu'on élaborera consiste à étudier en APD un tronçon « le présent projet de la Pénétrante Autoroutière reliant le port de Skikda à l'Autoroute Est Ouest » sur 7 Km dans la willaya de Skikda... (Pk 23+000 au pk 30+000).

Pour pouvoir bien exposer notre approche, ce travail est composé de 05 chapitres après une introduction générale qui expose une recherche bibliographique.

La structuration des chapitres est :

- ✓ Chapitre I **paramètres du projet** : Présentation générale de différentes étapes de travail et données générales sur le projet étudié, le site et l'objectif de l'étude.
- ✓ Chapitre II **caractéristiques géométriques** : Evaluation des cubes de déblais et remblais.
- ✓ Chapitre III **caractéristiques géotechniques** : Etude du comportement des sols, et le dimensionnement du corps de chaussée afin de déterminer les épaisseurs des différentes couches.
- ✓ Chapitre IV **ouvrages et dépendance de la route** : Description sommaire de la zone ainsi que l'étude du type d'implantation de signalisation, d'éclairage public et d'échangeur.
- ✓ Chapitre V **impact sur l'environnement** : Généralités du registre de l'impact sur l'environnement de l'étude.

CHAPITRE I

PARAMETRES DU PROJET

I.1. PRESENTATION DU PROJET

I.2. PARAMETRES DE BASE

I.3. ETUDE DU TRAFIC ET DE CAPACITE

I.1. PRESENTATION DU PROJET

I.1.1. Situation

I.1.2. Infrastructures de base

I.1.3. Présentation du projet

I.1.4. Présentation de notre tronçon

I.1.5. Objectifs de réalisation

I.1. PRESENTATION DU PROJET

I.1.1. Situation :

La wilaya de Skikda est située au nord-est du pays, sur le littoral méditerranéen. Elle est limitée par la méditerranéen au Nord. Les wilayas de Constantine, Mila et Guelma au Sud. La wilaya de Jijel à l'Ouest. La wilaya d'Annaba à l'Est. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 510 km à l'Ouest de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 4 118 km².

Elle compte 13 Dairas et 38 communes.

La population totale de la wilaya est estimée à 899 816 habitants, soit une densité de 218 habitants par Km²

. ⇒ Taux de croissance de la population : **1,02 %**

⇒ Population active (2008) : **244 035 hab.**

⇒ Population occupée (2008) : **217 789 hab.**

I.1.2. Infrastructures de base :

I.1.2.1. Réseau routier :

Le Réseau routier de la wilaya de Skikda a une longueur totale de 2587.916 Km, répartis comme suit :

- Route nationale : 327.164 km.
- Chemins de wilaya : 603.352km.
- Chemins communaux : 1.657.40km
-

I.1.3. Présentation du projet :

Le tracé projeté prend son origine à la RN44AB, qui assure l'accès vers le centre-ville et le port de Skikda, et se termine en se raccordant à l'échangeur d'El Harrouch de l'autoroute Est-Ouest.

La RN44AB qui constitue le point de départ du projet est actuellement en service avec une chaussée à 2x2 voies, et les travaux d'exécution de l'échangeur d'El Harrouch sont en cours de réalisation.

La section d'étude est composée par les éléments suivants :

- Linéaire total : L=30,52km ;
- Composition de la chaussée : 2x2 voies ;
- Ouvrages d'arts : 37 sites (OANC : 35 sites, Viaduc : 2 sites) ;
- 3 passages supérieurs ;
- 19 passages inférieurs dont 3 franchissant la RN, 6 franchissant le CW, 2 franchissant la voie ferrée, et 8 autres ;

- 13 ouvrages d'arts franchissant l'oued ;
- 5 échangeurs.

I.1.4. Présentation de notre tronçon :

Initié par l'ANA (Agence National des Autoroutes), notre projet consiste à étudier, en phase avant-projet détaillé, un tronçon Autoroutier sur 07Km se trouvant entre Salah Bouchaour PK23+000, franchit l'oued saf-saf et passe à El Harrouch au PK30+000.

I.1.5. Objectifs de réalisation :

- ◆ Réponse aux besoins de confort et de sécurité dans le déplacement.
- ◆ Développement et extension du réseau.
- ◆ Amélioration de la sécurité et du confort de l'utilisateur.
- ◆ Réduction du temps de parcours.
- ◆ Amélioration de l'activité des zones agricoles.
- ◆ Accroissement de l'efficacité économique du système de transport de la région.
- ◆ Canalisation du surplus de trafic transitant sur la RN 44 et la RN 3 notamment en période estivale où les difficultés de circulation sont enregistrées quotidiennement.

I.2. PARAMETRES DE BASE

I.2.1. Généralités

I.2.2. Objet de l'ICTAAL et domaine d'application

I.2.3. Conception générale

I.2.4. Normes géométriques

I.2.5. Détermination de la vitesse de référence

I.2.6. Choix de la vitesse de référence

I.2.7. Choix du type de la route

I.2. PARAMETRES DE BASE

I.2.1. Généralités :

Le but de ce chapitre est de présenter les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement de l'APD (Avant-Projet Détaillé). Ces normes ont été l'objet de discussions détaillées dans notre projet.

Pour la conception géométrique nous avons utilisé la norme **ICTAAL2000** « Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison ».

I.2.2. Objet de l'ICTAAL et domaine d'application :

L'ICTAAL traite de la conception des autoroutes interurbaines, qu'il s'agisse de la réalisation d'infrastructures nouvelles ou de l'aménagement du réseau existant. Dans cette instruction, le terme autoroute désigne une route à chaussée séparée comportant chacune au moins deux voies en section courante, isolée de son environnement et dont les carrefours sont dénivelés.

I.2.3. Conception générale :

La première étape de la conception est le choix des caractéristiques générales :

- Type de route qui détermine l'instruction à appliquer.
- Catégorie de route qui conditionne les principales caractéristiques géométriques du tracé.
- Nombre de voies.

I.2.4. Normes géométriques :

Les paramètres géométriques adoptés pour notre projet sont résumés dans le Tableau « d'après l'ICTAAL 2000 »

Tableau I.2.1: Paramètres géométriques de l'autoroute

N°	Désignations des paramètres	Symbole Unité	Catégorie	
			L1	L2
1	Vitesse maximale	V (km/h)	130	110
2	Tracé en plan			
(1)	Rayon minimum absolu	R _m (m)	600	400
(2)	Rayon minimum non déversée	R _{nd} (m)	1000	650
(3)	Longueur minimum de clothoïde	L _s (m)	Max (14 Δδ ;R/9)	Max (14 Δδ ;R/9)
(4)	Rayon minimum sans courbe de Transition	R (m)	1500	975
3	Profil en long			
(1)	Déclivité maximum	P (%)	5	6
(2)	Déclivité minimum	P (%)	0.2	0.2
(3)	Rayon minimal de raccordement Convexe	R _v (m)	12500	6000
(4)	Rayon minimal de raccordement Concave	R _v (m)	4200	3000
4	Profil en travers			
(1)	Nombre de voies de chaque chaussée	N	2 à 4	2 à 4
(2)	Largeur de voie	L(m)	3.5	3.5
(3)	Dévers minimum	d(%)	2.5	2.5
(4)	Dévers maximum	d(%)	7	7

I.2.5. Détermination de la vitesse de référence :

Dans la circulaire du 12 décembre 2000, à l'article 1.2, l'ICTAAL propose deux catégories de vitesse de référence pour les autoroutes, qui se distinguent comme suit :

↳ **La catégorie L1** : Appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées ; la vitesse maximale autorisée est de 130km/h.

↳ **La catégorie L2** : Adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'elle implique. V_{max} autorisée est 110km/h.

I.2.6. Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Type de route.
- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ Topographie.
- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

D'après l'analyse recueil des données de notre projet, on a un terrain peu accidentel donc la catégorie **L2** mieux adoptée avec une vitesse de référence de **110 kilomètres par heure**.

I.2.7. Choix du type de la route :

Le présent projet d'aménagement compte tenu de sa localisation en milieu rural, de la catégorie des véhicules et de la topographie (relief), se classe en C1 et E1.

I.3. ETUDE DU TRAFIC ET DE CAPACITE

I.3.1. Introduction

I.3.2. Différents types de trafics

I.3.3. Modèles de présentation du trafic

I.3.4. Calcul de la capacité

I.3.5. Application au projet

I.3. ETUDE DU TRAFIC ET DE CAPACITE

I.3.1. Introduction :

L'étude du trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude du trafic s'attachera à la connaissance des trafics :

- Appréciation de l'opportunité d'une déviation d'agglomération.
- Nature des flux, pour déterminer les points d'échange.
- Niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements.
- Mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Détermination directement du dimensionnement de la structure de la chaussée du niveau de trafic poids lourds.

I.3.2. Différents types de trafics :

I.3.2.1. Trafic normal :

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

I.3.2.2. Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

I.3.2.3. Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

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

I.3.2.4. Trafic total :

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

I.3.3. Modèles de présentation du trafic :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

a) Prolongation de l'évolution passée :

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

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

Le trafic T_n à l'année n sera

Où : T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

b) Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

c) Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

d) Modèle de facteurs croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- Nombre d'emploi.
- Population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

➤ **Remarque :**

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode « prolongation de l'évolution passée » étant donné la nature de notre étude et les données relatives à la zone concernée que nous avons pu recueillir.

I.3.4. Calcul de la capacité :

I.3.4.1. Définition de la capacité :

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

I.3.4.2. Calcul du trafic journalier moyen annuel (TJMA) horizon :

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

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

- **TJMA_h** : Trafic à l'année horizon.
- **TJMA_o** : Trafic à l'année de référence.
- **n** : Nombre d'année.
- **τ** : Taux d'accroissement du trafic (%).

I.3.4.3. Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unité de véhicule particulier (**U.V.P**) en fonction de :

Type de route et de l'environnement :

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

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

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

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

Tableau I.3.1: Coefficient d'équivalence(P).

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

I.3.4.4. 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 donné par la formule suivante :

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

- Q : Débit de pointe horaire
- T_{eff} : Trafic effectif.

I.3.4.5. Débit horaire admissible :

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

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

Avec :

- K₁ : Coefficient lié à l'environnement.
- K₂ : Coefficient de réduction de capacité.
- C_{th} : Capacité théorique.

Tableau I.3.2 : Valeurs de K1.

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0,75	0,85	0,9 à 0,95

Tableau I.3.3 : Valeurs de K2.

Environnement	Catégorie				
	1	2	3	4	5
E ₁	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E ₂	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E ₃	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau I.3.4 : Valeurs de capacité théorique.

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

Tableau I.3.5 : Valeurs de capacité théorique.

Dégagement latéral ou Largeur des Accotements	Capacité théorique des routes en UVP/heure (1)								
	Largeur de chaussée unique						2 chaussées		
	2 voies				3 voies		4 voies (2)		AutoRoute - Route express (3)
	4m	5m	6m	7m	9m	10.5m	12m	14m	
≥1.80m	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000 (4500)	3400 (5100)	1800 (5400)
1.20m	1000	1200	1500	1900	2400	3000	2950 (4400)	3000 (5000)	1750 (5300)
0.60m	×	1100	1350	1700	2200	2700	2900 (4300)	3200 (4800)	1700 (5100)
0.00m	×		1200	1500	2000	2400	2650 (4000)	3000 (4500)	1500 (4500)

(1) : Sans bande d'arrêt revêtu.

(2) : Par sens entre parenthèse se trouve la capacité pour les 2 sens (déséquilibre 2/3 – 1/3).

(3) : Par voie entre parenthèse se trouve la capacité pour les 2 sens une route 2*2 voies (déséquilibre 2/3 – 1/3).

× : Circulation non applicable en cas de véhicules lourds.

I.3.4.6. Calcul du nombre des voies :

Cas D'une Chaussée Bidirectionnelle :

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

Cas D'une Chaussée unidirectionnelle :

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

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

Avec :

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

I.3.5. Application au projet :**Données de trafic :**

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de l'Agence Nationale des Autoroutes (ANA), nous avons :

- Le trafic à l'année 2044 $TJMA_{2035} = 18845$ (veh/j).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 3,68\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 110$ (Km/h).
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 25\%$.
- L'année de mise en service sera en 2024.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.
- Environnement E1.
- Catégorie c1.

Projection future du projet :

L'année de mise en service (2024).

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

$$TJMA_{2024} = 18845 \times (1 + 0,0368)^2 = 20258 \text{ (v /j)}.$$

Donc :

$$TJMA_{2024} = 20\ 258 \text{ (veh /j)}.$$

Trafic a l'année (2044) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2044} = 20\ 258 \times (1 + 0,0368)^{20} = 41\ 734 \text{ (v /j)}.$$

Donc :

$$TJMA_{2044} = 41\ 734 \text{ (veh /j)}.$$

$$TJMA_{2044} = 41\ 734 / 2 = 20\ 867 \text{ (v/j/sens)}$$

$$TJMA_{2044} = 20867 \text{ (veh /j/sens)}.$$

Calcul du trafic effectif :

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

- **P**: Coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonnes caractéristiques et un environnement E1, on a $P=3$.
- **Z**: Pourcentage de poids lourds est égal à 25 (%).

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.25) + 3 \times 0.25] \times 20867 = 31300 \text{ (UVP /j)}.$$

Donc :

$$T_{\text{eff}} = 31\ 300 \text{ (UVP /j)}.$$

Débit de pointe horaire normale :

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

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

$$Q = 0,12 \times 31300 = 3\ 756 \text{ (UVP/h)}$$

$$Q = 3756 \text{ (UVP/h)}.$$

Donc :

Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

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

- **K₁** : Coefficient correcteur pris égal à 0,75 pour E₁.
- **K₂** : Coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E₁) et Catégorie (C₁).
- **C_{th}** : Capacité effective par voie.

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

On trouve $C_{th} = 1\ 800$ (UVP/h).

$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1\ 800 = 1\ 350$ (UVP/h).

Donc :

$Q_{adm} = 1\ 350$ (UVP/h).

Le nombre des voies :

On a : $n = S \cdot Q / Q_{adm} = (2 / 3) \times (3756 / 1\ 350) = 1.8 \approx 2$.

Donc : **n = 2 voies /sens**

Donc : l'autoroute est de 2 × 2voies

Résultats de calcul :

TJMA ₂₀₂₄ (v /j)	TJMA ₂₀₄₄ (v /j)	TJMA ₂₀₄₄ (v /j/sens)	T _{eff} ₂₀₄₄ (UVP/h)	Q ₂₀₂₄ (UVP /h)	Q _{adm} (UVP/h)	N° des Voies Par sens
20 258	41 734	20867	31300	3756	1350	2

Calcul de l'année de saturation :

On a :

$T_{eff2044} = [(1 - 0,25) + 3 \cdot 0,25] \cdot 41734 = 62600$ (UVP/j).

$T_{eff2044} = 62600$ (UVP/j).

$Q_{2044} = 0,12 \times 62600 = 7512$ (UVP/h).

Donc :

$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2024}$

$Q_{saturation} = (1 + 0.0368)^{20} \times 3756 = 7738$ UVP/h

$n = \log(Q_{saturation} / Q_{2024}) / \log(1 + \tau)$

$n = \log(7738 / 3756) / \log(1 + 0,0368) = 20$

Donc l'année de saturation = 2024 + 20 = 2044.

CHAPITRE II

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

II.1. PARAMETRES GEOMETRIQUES

II.2. TRACE EN PLAN

II.3. PROFIL EN LONG

II.4. PROFIL EN TRAVERS

II.5. CUBATURE

II.1. PARAMETRES GEOMETRIQUES

II.1.1. Introduction

II.1.2. Classification par catégorie de route

II.1.3. Classification selon la vitesse de circulation

II.1.4. Classification selon le type

II.1.5. Catégorie des routes selon B40

II.1.6. Environnement

II.1.7. Vitesse de référence

II.1.8. Critères de conception

II.1. PARAMETRES GEOMETRIQUES

II.1.1. Introduction :

La surface de roulement est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont :

- Tracé de son axe en situation ou en plan.
- Tracé de cet axe en élévation ou en long.
- Profil en travers.

II.1.2. Classification par catégorie de route :

- **Route exceptionnelle :** Routes avec deux chaussées unidirectionnelles séparées on admet que leurs tracés comportent quelques points de croisement plan.
- **Route de 1^{ère} catégorie :** Tracé en terrain facile et peu accidenté avec quelques agglomérations et croisements.
- **Route de 2^{ème} catégorie :** Tracé développé en terrain accidenté sortant du cadre de la 1^{ère} catégorie.
- **Route de 3^{ème} catégorie :** Section transversale difficile dans un terrain avec relief accidenté.
- **Route de 4^{ème} catégorie :** Sections très difficiles ou leurs reliefs ne permettent pas de passer ou de réaliser une route de catégorie supérieure.

Tableau II.1.1: Vitesse en fonction de la catégorie de la route.

Catégorie	Exceptionnelle	1 ^{ERE}	2 ^{EME}	3 ^{EME}	4 ^{EME}
Vitesse de base Vr = (KM /h)	120	100	80	60	40

II.1.3. Classification selon la vitesse de circulation :

D'autres normes classent en six classes selon leur vitesse de référence.

Tableau II.1.2: Classe selon la vitesse.

Vr (Km /h)	40	60	80	100	120	140
Classe	6	5	4	3	2	1

II.1.4. Classification selon le type :

Les normes françaises classent les routes selon le type :

- **Route de type L :**

Désignations par référence à la notion de liaisons sont des autoroutes de liaison **L80, L100, L120**

• **Route de type T :**

Désignations en fonction d'écoulement de trafic de transit à moyenne ou grande distance sont des routes expresses à une chaussée.

- **T80** : Relief vallonné.
- **T100** : Contrainte de relief faible.

• **Route de type R :**

Routes multi fonctionnelles ou rocadés qui constituent les artères interurbaines et les routes locales **R60, R80**.

- **R60** : Relief vallonné.
- **R80** : Contrainte de relief faible.

II.1.5. Catégorie des routes selon B40 :

Selon le B40 (norme technique routier algérien) les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives.

Les cinq catégories de la route sont :

Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et industriels lourds.

Catégorie 2 : Liaison entre les centres d'industries de transformations et d'industries légères.

Catégorie 3 : Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de desservis par le réseau de CAT 1 et 2.

Catégorie 4 : Liaison des centres de vie non reliés au réseau de CAT 1-2-3.

Catégorie 5 : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

II.1.6. Environnement :

Le B40 propose trois classes d'environnements (**E1, E2, E3**) chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs à savoir :

- La dénivelée cumulée moyenne (H/L).
- La sinuosité.

II.1.6.1. Dénivelée cumulée moyenne :

La dénivelée cumulée moyenne est le cumule de toutes les dénivelées (différence de hauteur) sur la longueur de l'itinéraire.

$$H= | \sum_{i=1}^n (p \geq 0) Li * Pi + \sum_{i=1}^n (p \leq 0) Li * Pi |$$

P : pente du terrain

L=L1+L2+.....+ LN : longueur de l'itinéraire

Cette dénivelée cumulée nous permet de connaître la nature du terrain (variation longitudinale du relief).

Tableau II.1.3 : Détermination de la nature du terrain.

N° de code	1	2a	2b	3
Classification	PLAT	PLAT MAIS INONDABLE	VALLONNE	MONTAGNEUX
H/L dénivelée cumulée moyenne	H/L <1.5%	H/L =1.5%	1.5% < H/L <4%	H/L > 4%

II.1.6.2. Sinuosité :

C'est le rapport entre la longueur cumulée des courbes de rayon inférieur ou égal 200 m et la longueur de l'itinéraire.

$$\delta = L_s/LT$$

$$L_s = \sum Li(R < 200 m)$$

Tableau II.1.4 : Classification de la sinuosité.

N° de code	1	2	3
Classification	Sinuosité faible	Sinuosité moyenne	Sinuosité forte
Sinuosité Moyenne	$\delta \leq 0,1$	$0,1 < \delta \leq 0,3$	$\delta > 0,3$

Tableau II.1.5 : Classification d'environnement en fonction de la dénivelée moyenne et la sinuosité (selon le B40)

Relief \ Sinuosité	Faible	Moyenne	Forte
	Terrain plat	E1	E2
1. Plat inondable 2. Plat vallonné	E2	E2	E3
Terrain montagneux	/	E3	E3

II.1.7. Vitesse de référence :

La vitesse de référence est déterminée en fonction de l'importance de la liaison assurée par cette section de route ainsi que les conditions topographiques.

Elle nous permet de définir les caractéristiques de l'autoroute et contribue à la diminution des couts de travaux.

Pour ce qui dépend du tracé, la vitesse correspond à la qualité moyenne du tracé.

II.1.8. Critères de conception :

Les critères de conceptions comprennent les éléments principaux de la géométrie horizontale et verticale et des éléments transversaux.

II.2. TRACE EN PLAN

II.2.1. Introduction

II.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan

II.2.3. Eléments du tracé en plan

II.2. TRACE EN PLAN

II.2.1. Introduction :

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

Le tracé en plan est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route, il est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes ; il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles se fait à l'aide de clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

II.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations :

- ✓ Adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- ✓ Raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- ✓ Passage sur des terrains agricoles et des zones forestières interdit.
- ✓ Evitement au maximum les propriétés privées.
- ✓ Evitement du franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.

II.2.3. Eléments du tracé en plan :

II.2.3.1. Alignement :

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- Eblouissement prolongé des phares.
- Difficulté de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou malaises chez le conducteur.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Adaptation de la route au paysage, il n'y a pas d'harmonie avec l'aspect des reliefs.

Il existe toutefois des cas exceptionnels où l'emploi d'alignement se justifie :

- Sinuosités ne seraient absolument pas motivées en plaines.
- Vallées étroites.
- Constructions existantes.
- Possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de :

- ✓ Vitesse V_R , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Sinuosités qui précèdent et suivent l'alignement.
- ✓ Rayon de courbure de ces sinuosités.

✦ **Longueur minimum :**

Chemin parcouru durant un temps d'adaptation :

$$L_{\min} = T \cdot V_R \quad \left\{ \begin{array}{l} T = 3 \text{ sec vitesse faible} \\ T = 5 \text{ sec vitesse forte} \end{array} \right.$$

✦ **Longueur maximum :**

Parcourue durant une minute.

$$L_{\max} = 60 \cdot V_R$$

II.2.3.2. Valeurs des rayons :

Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau (selon l'ICTAAL 2000)

Tableau II.2.1 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan

Catégorie		L2
Rayon minimal	R_m (m)	400
Rayon minimal non déversé	R_{nd} (m)	650
Rayon minimum sans courbe de transition	$1.5 R_{nd}$ (m)	975

- ↓ Remplacement des longs alignements droits par des grands rayons.
- ↓ Emploi de rayons supérieurs ou égaux $1,5 R_{nd}$ est souhaitable.

II.2.3.3. Courbe de raccordement (C.R) :

Tracé rationnel de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle et entres eux, des tronçons de raccordement de courbure progressive, passant de la courbure 0 ($R = \text{infini}$) à l'extrémité de l'alignement à la courbure $1/R$ au début du cercle du virage.

II.2.3.3.1. Rôles et nécessités de (C.R) :

- Stabilisation transversale des véhicules.
- Confort des passages en véhicules.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

II.2.3.3.2. Types des courbes de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

a) **parabole cubique.**

b) **Lemniscate.**

c) **Clothoïde.**

II.2.3.4. Combinaison des éléments de tracé en plan :

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

a) **Courbe en S :**

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

b) **Courbe à sommet :**

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

c) **Courbe en Ovale :**

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

d) **Courbe en C :**

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïdes, de même concavités, tangentes en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

II.3. PROFIL EN LONG

II.3.1. Introduction

II.3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

II.3.3. Coordination du tracé en plan et du profil en long

II.3.4. Déclivité

II.3.5. Exemple de calcul de profil en long

II.3. PROFIL EN LONG

II.3.1. Introduction :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenu par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Il exprime donc la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

II.3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe, nous allons citer les règles dont il faut tenir compte lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- ❖ Respect des valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ❖ Evitement des angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ❖ Profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ❖ Assurance du bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- ❖ Recherche de l'équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ❖ Evitement d'une hauteur excessive en remblai.
- ❖ Assurance d'une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles notamment :
 - Evitement des lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grands rayons.
 - Remplacement de deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
 - Adaptation du profil en long aux grandes lignes du paysage.

II.3.3. Coordination du tracé en plan et du profil en long :

Il faut signaler toutefois, et dès maintenant, qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs, on respecte les conditions suivantes :

- ❖ Association du profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- ❖ Coïncidence des courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.
- ❖ Suppression des pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

II.3.4. Déclivités :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

a) Déclivité minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celles inférieures à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

b) Déclivité maximum :

Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de :

- ✓ Condition d'adhérence.
- ✓ Vitesse minimum de PL.
- ✓ Condition économique.

La pente maximale du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\text{max}} = 5\%$) dans le franchissement de la côte.

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau.

Tableau II.3.1: Valeurs limites des paramètres du profil en long

Catégorie	L2
Déclivité maximale (%)	6
Déclivité minimale (%)	0.2
Rayon minimal en angle saillant $R_{V^{\wedge}}$ (m)	6000
Rayon minimal en angle rentrant $R_{V_{\vee}}$ (m)	3000

L'utilisation de rayons supérieurs aux rayons minimaux est préconisée si cela n'induit pas de surcoût sensible.

II.4. PROFIL EN TRAVERS

II.4.1. Introduction

II.4.2. Eléments du profil en travers

II.4.3. Classification du profil en travers

II.4. PROFIL EN TRAVERS

II.4.1. Introduction :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun d'eux leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc...).

II.4.2. Eléments du profil en travers :

➤ **L'emprise** : Terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

➤ **L'assiette** : Surface du terrain réellement occupée par la route.

➤ **Plate-forme** : Surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

➤ **Chaussée** : Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

➤ **Accotements** : Zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.

❖ **Bande d'arrêt d'urgence** : Arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

❖ **La berme** : Participation aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur dépend de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

➤ **Terre- plein central (T.P.C)** : Assurance de la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

➤ **Couche de surface ou de roulement** : Couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqué par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée. Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seule couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs matériaux différents.

Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autres couches sont appelées couches de liaison.

- **Couche de base** : Objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent. Elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.
- **Couche de fondation** : Formation du corps de chaussée par la couche de fondation et la couche de base. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité.
- **Sous couche** : Préservation du corps de chaussée contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti-contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).
- **Couche de forme** : Couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édiflée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur une certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet, on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autres la circulation des engins de chantier.
- **Banquettes** : Bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au-dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.
- **Descentes d'eau** : Evacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

II.4.3. Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

a) Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

b) Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15, 20, 25m...) qui servent à calculer les cubatures.

II.4.3.1. Profil en travers type de notre projet :

Tableau II.4.1 : Profil en travers type de notre projet.

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
<ul style="list-style-type: none"> • Voie de circulation 2x2 	3.5	4	14.0
<ul style="list-style-type: none"> • Terre-plein central (T.P.C) 	3	1	3.0
<ul style="list-style-type: none"> - Bande dérasée de gauche (B.D.G) 	1.0	2	2.0
<ul style="list-style-type: none"> - Bande médiane (B.M) 	1.0	1	1.0
<ul style="list-style-type: none"> • Accotement 	/	/	/
<ul style="list-style-type: none"> - Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) 	3.0	2	6.0
Totale			23.00
<ul style="list-style-type: none"> • Zone de sécurité à l'extérieur des voies de circulation 	8.5	2	17.0
Dévers en section droite			
<ul style="list-style-type: none"> • Chaussée • Bande dérasée de gauche (B.D.G) • Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) 	<p>2,5 % vers l'extérieur.</p> <p>Identique à celle de la chaussée.</p> <p>4 % vers l'extérieur.</p>		
Dévers en courbe			
<ul style="list-style-type: none"> • Chaussée • Bande dérasée de gauche (B.D.G) • Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) 	<p>7 % (maximum).</p> <p>Identique à celle de la chaussée.</p> <p>Identique à celle de la chaussée.</p>		

II.5. CUBATURE

II.5.1. Introduction

II.5.2. Définition

II.5.3. Méthode de calcul des cubatures

II.5.4. Calcul des cubatures de terrassement

II.5. CUBATURE

II.5.1. Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures des terrassements).

II.5.2. Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous-jacente à la ligne rouge de notre projet.

II.5.3. Méthode de calcul des cubatures :

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- Existence de plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.
- Calcul des surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, ensuite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

Parmi ces méthodes, on distingue :

- Formule de Mr SARRAUS
- Méthode de GULDEN
- Méthode Linéaire

II.5.4. Calcul des cubatures de terrassement :

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

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe.

CHAPITRE III

CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

III.1. ETUDE GEOTECHNIQUE

III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

III.1. ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1.1. Introduction

III.1.2. Moyens de reconnaissance

III.1.3. Différents essais en laboratoire

III.1.4. Résultats des essais

III.1.5. Conditions d'utilisations des sols en remblais

III.1.6. Conclusion

III.1. ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1.1. Introduction :

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

La géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur les données recueillies lors d'essais en laboratoire et sur le terrain, en pratique, la géotechnique est étroitement associée à la géologie.

III.1.2. Moyens de reconnaissance :

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

- Etude des archives et documents existants.
- Visites de site et les essais « **in-situ** ».
- Essais de laboratoire.

III.1.2.1. Etude des archives et documents existants :

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

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

III.1.2.2. Visites sur site et essais « in-situ » :

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

- Mesure de certaines caractéristiques en place.
- Prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

III.1.2.3. Reconnaissance « in-situ » :

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

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

- **Essai de plaque :**

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol E en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Boussinesq qui relie Z ,

Le déplacement, la pression q_0 le rayon de charge a et les caractéristiques du massif E_2, V_2 .

- **Essai pressiométrique :**

Il s'agit d'un essai de chargement statique du terrain en place, effectué grâce à une sonde cylindrique dilatable radialement introduite dans un forage. L'essai permet d'obtenir une courbe de variation des déformations volumétriques du sol en fonction de la contrainte appliquée, et de définir une relation contrainte déformation du sol en place dans l'hypothèse d'une déformation plane.

On détermine trois paramètres : un module de déformation du sol, une pression dite de fluage et une pression dite limite.

III.1.2.4. Méthodes géophysiques :

- **Prospection sismique :**

Le principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou ondes **P** (les plus rapides) et en déduire la nature du sol traversé. Ces méthodes permettent de déterminer de façon approximative l'épaisseur des différentes couches et leur nature, elles ne s'appliquent pas dans le cas de fortes teneurs en eau.

- **Prospection électrique :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols et leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains.

La méthode est bien adaptée pour les sols à fortes teneurs en eau.

III.1.2.5. Essai de pénétration :

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

Les types de pénétromètres utilisés sont :

- **Pénétromètre statique :**

Cet essai réalisé par fonçage dans le sol, à une vitesse lente et constante 2 cm/s, à l'aide d'un vérin, des tiges terminent par un point conique.

Les résultats de cet essai sont présentés sur un diagramme (pénétrogramme).

- **Pénétromètre dynamique :**

L'essai consiste à faire pénétrer dans le sol par battage des tiges métalliques avec une pointe à l'extrémité à l'aide d'un mouton tombant une chute libre d'une altitude donnée.

- **Standard Pénétromètre Test ou SPT:**

C'est un pénétromètre dynamique normalisé qui consiste à battre un carottier à l'aide d'un mouton, tombent d'une hauteur de chute de 76.2 cm.

III.1.3. Différents essais en laboratoire :

a- Essais d'identifications :

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.

b- Essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Essai Micro DEVAL.

III.1.3.1. Essais d'identifications :

a) Masse volumique et teneur en eau :

- **Teneur en eau :** Rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit $\omega =$

$$W_w/W_s$$

- **Masse**

volumique (γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$. On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma_d = W_s/V$

Domaine d'utilisation : Classification des différents types de sols.

b) -Analyses granulométriques :

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique. Cette analyse se fait en générale par un tamisage.

- **Principe d'essai :** Fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes.

- **But d'essai :** Détermination du poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

- **Domaine d'utilisation :** Classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée. Suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées :

$d < 2\text{jim}$	Argile
$2\text{jim} < d < 20\text{pm}$	Limon
$20\text{jim} < d < 200\text{jim}$	Sable fin
$0,2\text{mm} < d < 2\text{mm}$	Sable grossier
$2\text{mm} \sim d < 20\text{mm}$	Gravier
$20\text{mm} < d < 50\text{mm}$	Cailloux
$d > 50\text{mm}$	Bloc

c) Limites d'Atterberg :

- **Limite de plasticité (W_P) :** Passage du sol de l'état solide à l'état plasticité, elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.
- **Limite de liquidité (W_L) :** Passage du sol de l'état plastique à l'état liquide, elle peut atteindre 100% dans le cas d'une certaine argile, mais dans la plupart des cas elle ne dépasse pas 100%.
- **L'indice de plasticité (I_P),** $I_P = W_L - W_P$. Il permet d'établir la plasticité d'un sol donné.
- **L'indice de liquidité (I_L)** Savoir rapidement si un sol est à l'état liquide, plastique, semi-solide. $I_p = \frac{w-wp}{I_p}$

Principe d'essai : Détermination de W_L et W_P donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de **Casagrande**.

But d'essai : Prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement.

Domaine d'application : Application aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

$IP < 12$	→	faiblement argileux	.
$12 < IP < 25$	→	moyennement argileux.	
$25 < IP < 40$	→	argileux	
$IP > 40$	→	très argileux	

d) Equivalent de sable :

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

Principe d'essai : L'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

But d'essai : Cet essai permet de mettre en victoire la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

Domaine d'application : Cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines de classification, étude, choix et contrôle des sols et sables.

ES = 0 : Argile pure. ES = 40 : Sol peu plastique. ES = 100 : Sable pure.

III.1.3.2. Essais mécaniques :

a) Essai PROCTOR :

L'essai Proctor est un essai routier convient à la plupart des sols, y a deux essais de Proctor normal et modifié.

Principe d'essai : L'essai consiste à mesurer la masse volumique sèche d'un sol disposer en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacter avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

Les grains passants par le tamis de 5 mm sont compactés dans le moule Proctor.

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

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

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

On réalise en général trois essais : « *CBR standard* », « *CBR immédiat* », « *CBR imbibé* ».

Principe d'essai :

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

But d'essai :

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

Domaine d'utilisation : Cet essai est utilisé dimensionner les structures des chaussées et orienter les travaux de terrassements.

Tableau III.1.1 Interprétation d'essai CBR

ICBR	< 3	3 à 8	8 à 30	> 30
Portance du sol	Mauvaise	Médiocre	Bonne	Très bonne

c) **Essai Los Angeles :**

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

Principe d'essai : L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angeles**.

But d'essai : L'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

Domaine d'application : L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

$$LA = [(P1 + P2) / P2] * 100$$

P1 : Prise d'essai.

P2 : Refus sur le tamis 1.6 mm.

Tableau III.1.2 Interprétation du LA

LA	15	15-20	20-30	30
Appréciation	Très bon à bon	Bon à moyen	Moyen à faible	Médiocre

d) **Essai Micro DEVAL :**

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

Principe d'essai : L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm** (Tamis de 1.6 mm) produits dans la machine DEVAL par les frottements réciproques.

But d'essai : L'essai **Micro-DEVAL** humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

Domaine d'application : Choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.

Tableau III.1.3: Caractéristiques des granulats par le MDE.

Valeur MDE	1	13 – 20	20 – 25	25
Appréciation	Très bon à bon	Bon à moyen	Moyen à faible	Moyen à faible

III.1.4. Résultats des essais :

III.1.4.1. Résultats des essais <<in-situ>> :

III.1.4.1.1. Sondages carottes :

Tableau III.1.4 : Résultats des sondages carottes.

Sondage	PK	Profondeur (m)	Descriptions Matériaux
KSC-25	25+690	0,0~0,3m	Terre végétale.
		0,3~1,0m	Argile, limoneuse, graveleux, peu sableuse, brune.
		1,0~1,8m	Bloc de grés a grain fin, jaunâtre
		1,8~10,5m	Argile bariolée (jaune a grisâtre), avec Des passages centimétriques des grés Jaunâtre, oxydé, occasionnels.

III.1.4.1.2. Essais de pénétration standard (SPT) :

Tableau III.1.5 : Résultats des SPT

Sondage	Pk	Prof. (m)	Coups à 15cm N0	Nombre de coups			Note
				N1	N2	N1+N2	
DC-25	25+690	3,0	8	14	20	34	
		6,5	11	20	22	42	
		10,0	15	21	26	47	

III.1.4.1.3. Puits de reconnaissance :

Tableau III.1.6: Résultats des puits de reconnaissance.

N°	PK	Prof. (m)	Description
PM-24	24+595,0	0,0 ~ 0,4	Terre végétale
		0,4 ~ 0,8	Argile sablo limoneuse, graveleuse, rougeâtre
		0,8 ~ 3,0	Alluvion d'oued sous forme de sable, graves et galet de différente taille.
PM-25	25+690,0	0,0 ~ 0,3	Terre végétale
		0,3~ 0,6	Argile limoneuse jaunâtre, peu sableuse, peu Graveleuse, a inclusions de blocs gréseux occasionnels.
		0,6 ~ 1,5	Argile, peu limono sableuse, peu graveleuse, plus aux moins compacte, grise a jaunâtre.
PM-27	27+395,0	0,0 ~ 0,5	Terre végétale
		0,5~ 0,6	Alluvions d'oued sous forme de sable, graves et des gros galets.
PM-29	29+0, 95	0,0 ~ 0,5	Terre végétale
		0,5~ 3,0	Alluvions d'oued sous forme de sable, graves, traces de limon et d'argile, et des galets occasionnels.

III.1.4.2. Résultats des essais en laboratoire :

III.1.4.2.1. Résultats des essais géotechniques sur les échantillons prélevés des puits de reconnaissance :

Tableau III.1.7 : Résultats des essais géotechniques sur les échantillons prélevés des puits de reconnaissance.

N	Prof (m)	W n (%)	Granulométrie et sédimentométrie		VBS	Limites d'Atterberg			GTR
			%>2mm	%>0,08mm		WL	WP	IP	
P M 25	1,0 ~ 1,5	18,1 8	86,51	82,34	3,00	53	28	25	A2s
P M 29	1,5 ~ 2,5	3,2 0	74,27	3,68	0,25	-	-	-	B2

III.1.4.2.2. Essais mécaniques des puits de reconnaissance :

Tableau III.1.8 : Résultats des essais mécaniques.

N°	PK	Prof (m)	Lithologie	Proctor Modifié		CBR Imb	GTR
				ρ d	Wop m		
PM-25	25+690	1,0 ~ 1,5	Argile, peu limono sableuse	17,50	14,40	3,00	A2s
PM-29	29+300	1,5 ~ 2,5	Alluvions d'oued sous forme de sable, graves	18,80	6,50	0,25	B2

III.1.5. Conditions d'utilisations des sols en remblais :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels. Un remblai de bonne qualité doit être incompressible, pour ce faire il faut que sa densité soit maximum.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension **> 80mm**.
- Matériaux plastique **$I_p > 20\%$** ou organique.
- Matériaux gélifs.
- Sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront donc :

- Réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés surtout si l'épaisseur est très importante.
- Les matériaux des remblais seront choisis selon les conditions locales et de sujétions d'exécution de chantier ; les matériaux idéals (sablo-graveleux) présentant une courbe granulométrique continue, le remblai doit être homogène d'une faible teneur en eau et d'une portance uniforme et suffisante.
- Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente, le remblai est répandu par couche de 25-30 cm d'épaisseur tassé mécaniquement par le passage d'un rouleau automoteur parcourant la surface de sol d'une manière régulière, l'efficacité du compactage se mesure par l'essai Proctor.

III.1.6. Conclusion :

D'après les résultats obtenus à partir des essais in-situ et dans le laboratoire, le sol sur le quel va être réalisée la route, présente de moyennes caractéristiques.

III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

III.2.1. Introduction

III.2.2. Chaussée

III.2.3. Différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée

III.2.4. Méthodes de dimensionnement des chaussées

III.2.5. Conclusion

III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

III.2.1. Introduction :

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent, le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Le dimensionnement consiste à choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et à déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

III.2.2. Chaussée :

III.2.2.1. Définition :

Après l'exécution des terrassements ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

La chaussée accepte le :

- ✓ Support de la circulation des véhicules de toute nature.
- ✓ Report du poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière. Au sens structurel la chaussée est définie comme un ensemble de couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

III.2.2.2. Différents types de chaussée :

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

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

a) Chaussées souples :

Considérées comme les chaussées les plus utilisées, les chaussées souples sont constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction. Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures. Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir dans l'ordre, du haut vers le bas, les 04 couches suivantes :

❖ **Couche de roulement (surface) :**

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

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

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

❖ **Couche de base :**

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

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

❖ **Couche de fondation :**

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

❖ **Couche de forme :**

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

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

III.2.3. Différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnés par plusieurs facteurs parmi les plus importants :

a) **Trafic :**

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

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

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

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

$$N = T.A.C$$

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

N : Trafic cumulé.

A : Facteur d'agressivité globale du trafic.

C : Facteur de cumul.

τ : Taux de croissance du trafic.

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

b) Environnement :

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

c) Sol Support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constituée du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir :

- ✓ De la nature et de l'état du sol ;
- ✓ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

d) Matériaux :

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

III.2.4. Méthodes de dimensionnement des chaussées :

Pour la détermination de l'épaisseur du corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. La méthode utilisée par les bureaux d'études est basée sur la détermination de l'indice de portance du sol.

Les méthodes appartenant à cette famille sont essentiellement :

- Méthode CBR.
- Méthode du catalogue de dimensionnement Algérien.

Par conséquent, on effectuera une analyse comparative des deux méthodes et le choix du corps de chaussée à adopter à notre projet sera retenu respectivement selon les critères géomécaniques et économiques.

III.2.4.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) :

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

Avant le dimensionnement, il faut faire le classement de notre sol.

On a $I_{CBR} = 1.25$ ce sol appartient à S4

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

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

- **e**: Epaisseur équivalente
- **I**: Indice CBR (sol support)
- **N**: Nombre journalier de camions de plus 1500 kg à vide
- **P**: Charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).

Pour notre cas :

- $I_{CBR} < 5$ Apres l'Amélioration de la portance du sol support par une Couche de PST. $I_{CBR} = 10$
- $P = 6.5$ t
- $N_{PL2044} = TJMA_{2024} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20}$
 $= 20258 \times 0.5 \times 0.25 \times (1 + 0.0368)^{20} = 5217$ PL/j/sens

$$\text{Donc : } E_{totale} = \frac{100 + \sqrt{6,5} \left[75 + 50 \log \left(\frac{5217}{10} \right) \right]}{10 + 5} \Rightarrow E_{Totale} = 43 \text{ cm}$$

L'épaisseur équivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

Où:

e_1, e_2, e_3 : Epaisseurs réelles des couches.

a_1, a_2, a_3 : Coefficients d'équivalence.

Tableau III.2.1: Coefficients d'équivalence pour chaque matériau.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave bitume	1.5
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante : $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 43$ cm.

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3^{ème}

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

Donc L'épaisseur de la couche de fondation e_3 en (G.C) est :

$$e_3 = \frac{43 - e_1 a_1 - e_2 a_2}{a_3} = \frac{43 - 2 \times 6 - 1.5 \times 12}{1} = 13 \text{ cm}$$

On prend : $e_3 = 20\text{cm}$.

- Couche de roulement : **BB** « béton bitumineux » = **6 cm**.
- Couche de base : **GB** « grave bitume » = **12 cm**.
- Couche de fondation : **GC** « grave concassée » = **20 cm**.

III.2.4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Les données de bases pour le dimensionnement de chaussée sont :

- Trafic.
- Durée de vie.
- Données climatiques.
- Sol support de chaussée.
- Risque de calcul considéré.
- Caractéristiques des matériaux.

1) Données climatiques :

Le dimensionnement de corps de chaussée s’effectue avec une température constante, c’est-à-dire température équivalente θ_{eq} , en tenant compte du cycle de variation de température de chaque année.

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site D’après le « *catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (2001 CCTP)* », le projet est à **Skikda (zone climatique I : pluviométrie >600mm/an)**

Donc on prend une température équivalente égale à 20°C, comme montré dans le tableau suivant :

Tableau III.2.2: Choix des températures équivalentes.

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

2) Trafic :

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

D’après le catalogue, on a la classification suivante :

$TJMA_{2024} = 20\ 258 \text{ (Veh/j)} > 1500 \text{ (Veh/j)}$

Donc : le réseau principal est **RP1**.

➤ **Détermination de la classe de trafic (TPL i) :**

Le trafic sera calculé et classifié avec les recommandations de « **catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves (version 2001)** ».

Le trafic évalué fourni par la DPN (direction du programme neuf) a été considéré comme équilibré (identique) dans les deux sens, soit **0.5**×le trafic par sens unique.

L’évaluation du trafic sur notre section s’exprime sous la forme :

On a :

- Pourcentage de poids lourds : $Z = 25 \%$.
- Taux de croissance de poids lourds : $\tau = 3.68\%$.
- $TJMA_{2024} = 20\ 258 \text{ V/j}$.
- $TMJA_{PL2024} = 0.25 \times 20\ 258 = 5\ 065 \text{ PL/j}$.

- TMJA $PL_{2024} = 5\ 065/2 = 2\ 532$ PL/j/sens.

➤ **Le trafic cumulé de poids lourd (TCI) :**

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

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

$$TCi_{2044} = 2532 \times 365 \times \frac{(1+0.0368)^{20}-1}{0.0368} = 2.66 \times 10^7 \text{ PL/J/sens}$$

➤ **Le trafic cumulé équivalent (TCEi) :**

Il correspond au nombre cumulé d’essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

$TCE_i = TC_i \times A$

A : Coefficient d’agressivité de poids lourd par rapport à l’essieu de référence de 13 tonnes.

En fonction de réseau principal RP_i .

Tableau III.2.3: Valeurs de coefficient A.

Niveau de réseau principal (RP_i)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP_1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB /Tuf, GB/GC	0.6
RP_2	Chaussées à matériaux traités au liants hydrauliques : GL/GL, BCg / GC	1

D’après le tableau de « catalogue du dimensionnement algérien) » le coefficient **A = 0.6.**

Donc : $TCEi_{2044} = 2.66 \times 10^7 \times 0,6 = 1.6 \times 10^7$ PL/J/sens

➤ **Répartition transversale du trafic :**

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 2 voies.

D’après le catalogue du dimensionnement algérien la répartition du poids lourd est de 90% sur la voie de droite la plus chargée.

Donc : Le calcul du trafic, selon la répartition transversale de la chaussée est :

$TPL_{2024} = 2532 \times 0.9 = 2279$ (PL/j/sens).

➤ **La classe de trafic :**

D’après la classification du catalogue de dimensionnement, nous sommes dans un réseau principal de classe 1 pour un TPL_6 « **entre 1500 et 3000** »

$TPL = 2279$ (PL/j/sens). —————> La classe de trafic est **TPL_6** .

Tableau III.2.4: Classe TPLi pour RP1.

TPL _i	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL₆	TPL ₇
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

✦ **Le risque de calcul :**

D'après le catalogue de dimensionnement algérien nous avons un risque de 5%.

Tableau III.2.5: Valeurs de risque de calcul (R).

	CLASSE DE TRAFIC	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL₆	TPL ₇
RISQUE (R%)	GB/GB GB/GNT	20	15	10	5	2

✦ **Présentation des classes de portance des sols :**

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

Tableau III.2.6: Présentation des classes de portance des sols

Portance (S _i)	S ₄	S ₃	S₂	S ₁	S ₀
CBR	<5	5-10	10-25	25-40	>40

✦ **Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :**

Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante : $E \text{ (MPa)} = 5 \times I_{CBR}$.

Tableau III.2.7: Classes de portance de sols supports pour le dimensionnement.

Classes de sol-support	S ₃	S₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

Nous avons un indice de $I_{CBR}=5$ donc :

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times I_{CBR} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPa)}.$$

$50 > 25 \longrightarrow$ La classe de portance de sol support est de classe **S2**.

On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 60 cm (en deux couches), pour améliorer la portance de sol support.

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

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de forme

Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans tableau suivant :

Tableau III.2.8: Sur classement avec couche de forme en matériaux non traité. (Source CTTP F°01, Novembre 2001)

Sur classement avec couche de forme en matériaux non traité (Source CTTP F°01, Novembre 2001)			
Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Si)
<S4	Non traité	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	Non traité	35 cm	S3
S4	Non traité	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	Non traité	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	Non traité	70 cm (en 2 couches)	S1

Pour notre cas on a un $I_{CBR}=1.25$ (S4)

Nous proposons $E_{cf} = 60\text{cm}$ de tufs pour obtenir un CBR compris entre 10 et 25 (S2)

• **Choix des différentes couches constituant de la chaussée :**

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.

• **Choix de dimensionnement :**

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique I, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement moyen (3.68%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL6). Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

- ➔ Couche de roulement : **BB** « béton bitumineux » = **8 cm**.
- ➔ Couche de base : **GB** « grave bitumineux » = **25 cm**.

➤ Couche de forme : **GNT = 60 cm.**

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

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

ϵ_t : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.

ϵ_z : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

a) Calcul de la déformation admissible ($\epsilon_{z, adm}$) du sol support :

La valeur admissible est donnée par la relation empirique déduite à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes.

Cette formule est :

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

$$\epsilon_{z, adm} = 4.46 \times 10^{-4}$$

Application numérique de notre projet :

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \times 10^{-3} \times (2.66 \times 10^7)^{-0.235} = 4.46 \times 10^{-4}$$

b) Calcul de la déformation admissible de traction $\epsilon_{t, adm}$:

La valeur admissible de traction est donnée par la relation suivante :

$$\epsilon_{t, ad} = \epsilon_6(10^\circ c, 25Hz) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

$\epsilon_6(10^\circ c, 25Hz)$: Déformation limite détenue au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à $10^\circ C$ et 25Hz.

K_{θ} : Facteur lié à la température.

K_{NE} : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

K_r : Facteur lié au risque et aux dispersions.

K_c : Facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.

$$\text{Avec : } K_{NE} = (TCE_i / 10^6)^b, \quad K_r = 10^{-tb\delta}, \quad K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}}$$

b : Pente de la droite de fatigue ($b < 0$).

$E(10^\circ c)$: Module complexe du matériau bitumineux à $10^\circ C$.

$E(\theta_{eq})$: module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta : \text{Dispersion} / \delta = \sqrt{Sn^2 + (\frac{C}{b} Sh)^2}$$

SN : Dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : Dispersion sur les épaisseurs.

C : Coefficient égal à 0.02.

t : Fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adonté ($r\%$)

$$\epsilon_{tadm} = \epsilon_6(10^\circ c, 25Hz) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times K_c$$

❖ **Performances mécaniques des matériaux bitumineux :**

Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux sont données dans le tableau suivant :

Tableau III.2.9: Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Matériau	E(30° ,10HZ)) (MPa)	E(25° ,10HZ) (MPa)	E(20° ,10HZ) (MPa)	E (10° ,10HZ) (MPa)	ϵ_6 (10°c, 25hZ) 10 ⁻⁶
BB	2500	3500	4000	--	--
GB	3500	5500	7000	12500	100
Matériau	$-\frac{1}{b}$	SN	Sh (cm)	N	KC calage
BB	--	--	--	0.35	--
GB	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Alors d’après **Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves** et les tableaux ci-dessus, on résume les paramètres suivants :

- θ_{eq} = température équivalente ($\theta_{eq} = 20c^\circ$) => E (20° ,10HZ)=7000 MPa.
- Classe de trafic (TPL₆).
- Risque adopté pour le réseau RP₁ et la classe du trafic TPL₆ (r%=5).
- t : fractale de la loi normale, en fonction du risque adopté donc(t = - 1.645).

$$\delta = \sqrt{Sn^2 + \left(\frac{c}{b} Sh\right)^2} \quad \Rightarrow \delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2} \quad \Rightarrow \delta = 0.609.$$

$$\underline{A.N} : \epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ c, 25hZ) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc.$$

Déformation admissible de traction :

$$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times (1.59 \times 10^6 / 10^6)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(1.645 \times 0.609 \times 0.146)} \times 1.3$$

$$\epsilon_{t,adm} = 1.62 \times 10^{-4}$$

❖ **Résultats de calcul par Alizé lpc :**

➤ **Pour la structure de catalogue :**

Tableau III.2.10: Résultats de calcul par Alizé lpc.

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par Alizé lpc
$\epsilon_{t,adm} = 1,62. 10^{-4}$	$\epsilon_t = 0,18. 10^{-4}$
$\epsilon_{z,adm} = 4,46 . 10^{-4}$	$\epsilon_z = 2,8. 10^{-5}$

- D'après les résultats précédents :

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm} \text{ et } \varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$$

Donc la méthode de catalogue est vérifiée.

III.2.5. Conclusion :

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

Indice C.B.R	Méthode	
	C.B.R	Catalogue
10	6BB+12GB+20GC	8BB+25GB+60GNT

Etant données les spécifications de chacune des deux méthodes, confirmées par le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose des épaisseurs de structure de chaussée nettement moins importantes et différentes selon l'indice portant du sol support.

Avec la méthode du catalogue, la structure préconisée est vérifiée pour Alizé lpc, contrairement à la méthode de CBR.

Je préconise de retenir la structure de chaussée du Catalogue algérien pour notre projet :
8BB+25GB+60GNT.

Avec couche de forme 40cm de tuf.

CHAPITRE IV
OUVRAGES ET DEPENDANCE DE LA ROUTE
IV.1. ASSAINISSEMENT
IV.2. SIGNALISATION
IV.3. ECLAIRAGE
IV.4. ECHANGEUR

IV.1. ASSAINISSEMENT

IV.1.1. Introduction

IV.1.2. Description sommaire de la zone

IV.1. Assainissement

IV.1.1. Introduction :

Cette étude explicite la méthodologie appliquée qui a servi à la détermination des éléments des crues présumées véhiculées par les bassins ou sous-bassins versants drainant les points de franchissement par des ouvrages hydrauliques.

Par ailleurs, l'établissement de ces crues présumées a également permis de dimensionner l'ouverture des nombreux passages hydrauliques sous-autoroutiers, qu'ils s'agissent de ponts, ponceaux, buses ou dalots.

Ainsi, l'étude hydrologique et hydraulique comporte les sous-sections présentées aux paragraphes qui suivent comprenant les éléments suivants :

- ✓ Description de la zone d'étude ;
- ✓ Utilisation des données de base pour les calculs ;
- ✓ Estimation des crues en fonction de la superficie des bassins versants et des méthodes de calculs préconisées ;
- ✓ Calculs hydrauliques ;
- ✓ Autres considérants de conception ;
- ✓ Détermination des ouvertures des ouvrages ;
- ✓ Inventaire des ouvrages hydrauliques ;

IV.1.2. Description sommaire de la zone :

Le projet de la pénétrante du port de Skikda à l'autoroute Est-Ouest traverse la région géographique d'El Harrouch à la mer méditerranée de la ville de Skikda.

La zone côtière, caractérisée par une alternance de collines et de plaines (dit Le Tell), comprend, dans sa partie sud, les chaînes de montagnes de Constantine entre lesquelles s'insèrent des vallées et des bassins.

Le tracé projeté de la pénétrante autoroutière débute au port de la ville de Skikda, à une altitude de 1.30 m. Il se dirige ensuite vers le sud jusqu'à proximité de la ville de Ramdane Djamel (altitude de 50 m), où un nouvel échangeur sera aménagé. Puis le tracé passera à l'est des villes de Salah Bouchaour et El Harrouch, sise à une altitude respectivement de 65 m et 90 m où sera raccordé à l'autoroute Est-Ouest sur une linéaire de 30.428km.

IV.1.2.1. Réseau hydrographique :

La topographie contrastée, l'agressivité du climat et la lithologie tendre (marnes et argiles) ont permis l'installation d'un réseau hydrographique dense.

Le bassin du SAF-SAF résulte de la jonction de deux cours d'eau importants : l'oued Bou Adjeb et l'ouest Khemakhem où on a établi le barrage des Zardézas, il franchit la chaire numidique entre les monts M'souna (620m) et Sébargoud (609m), avant de se jeter dans la mer près de Skikda.

Le sous bassin versant des Zardézas, constitue l'unité principale dans l'alimentation du barrage. Il couvre une surface de 322 km² et est essentiellement drainé par trois principaux affluents :

- ✓ L'oued Khemakhem qui draine la partie Est.
- ✓ L'oued Khorfanequi draine la partie Sud.
- ✓ L'oued Bou Adjebqui draine la partie Ouest étant de plus grande surface.

Dans la partie infra Zardézas, l'oued Saf-Saf traverse le bassin versant de Ramdane Djamel dans une direction SE-NW jusqu'à l'agglomération de Ramdane Djamel, puis suivant une orientation NW-NE avant de se jeter dans la mer méditerranée.

Ainsi, l'oued Saf-Saf reçoit en rive droite et gauche les principaux oueds suivants :

- ✓ En rive gauche : L'oued Zeramna, l'oued Ameer et l'oued N'ssa.
- ✓ En rive droite : L'oued Goudi, l'oued Haddaratz et l'oued Maiguen.

Généralement, nous pouvons distinguer :

- ✓ Le bassin supérieur correspondant à l'oued Bouadje et Khemakhem jusqu'à leur jonction au barrage des Zardézas.
- ✓ Le bassin inférieur qui coïncide avec l'aval du barrage des Zardézas.

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

IV.1.2.2. Morphométrie du réseau hydrographique :

L'interaction du climat, lithologie et relief ont généré un chevelu hydrographique particulièrement dense, cela est traduit par une densité de drainage D_d assez élevée (0.92 km/km²). Certes, cette importance de drainage hydrologique n'a rien d'étonnant quand on sait que le temps de concentration du bassin, calculé à une loi de Giandotti ne dépasse pas les 16 heures.

Ces valeurs indiquent que les pluies précipitées vont être transformées en écoulement, et atteindre l'exutoire (plaine et ville de Skikda) au bout d'environ 16 heures. Et vue la surface étendue du bassin (1154 km²), cette vitesse de mobilisation hydrique paraît assez rapide, et cela est dû aux caractères physiques du bassin précédemment discutée qui favorisent la réponse hydrologique.

IV.1.2.3. Caractéristiques bassin de l'oued Saf-Saf :

Le bassin du Saf-Saf est marqué par une forte complexité structurale où le relief a été soulevé puis plissé juste avant l'ère Quaternaire, donnant naissance aux chaînes (Horst) et dépressions (Grabens ou bassins d'effondrement) actuels, où les cours d'eaux venus du sud, s'enfonçaient en gorges à travers les montagnes donnant l'allure d'une vallée encaissée drainant une superficie à l'embouchure en mer de 1160 km², le bassin versant du Saf-Saf est l'un des plus grands bassins des côtiers Constantinois. Cette superficie est délimitée par une ligne de partage des eaux de 150 km. Ce bassin de forme allongée, se caractérise par un relief très fort (Dénivelée spécifiques : 530 m) dont l'altitude moyenne est de l'ordre de 320 m.

Les secteurs d'altitudes dépassant les 1000 m sont peu étendus dans le bassin et correspondent aux montagnes du Sud (Djebel Hadjar : 1166 m, Djebel Oucheni : 1028 m et Kef Hahouner : 1023 m. Les zones d'altitudes comprises entre 600 et 1200 m correspondent en majorité à la chaîne numidique. La classe d'altitude 200-600 m couvrent près de la moitié du bassin et concernent l'encadrement des côtés de la vallée du Saf-Saf.

Enfin, la tranche d'altitude inférieure à 200 m concerne largement la vallée du Saf-Saf et ses principaux affluents.

a) Quatre classes de pente caractérisent le bassin du Saf-Saf :

- **Les pentes faibles** : (moins de 30 m/km) s'étalent sur une surface réduite qui se limite à la vallée du Saf-Saf et à la plaine de Skikda. C'est une zone de réception et de cumul hydrologique.
- **Les pentes moyennes** : (30 – 125 m/km), plus fréquentes, couvrent la moitié du bassin. Elles caractérisent surtout la partie méridionale et l'Ouest du bassin (dépressions de Sidi Mezghiche, Ramdane Djamel et El Harrouch).
- **Les pentes fortes** : (125 – 250 m/km) occupent la partie Sud du bassin au relief accidenté et les zones de piedmonts (piedmont du Djebel El Rhédir, Kef Msouna et Kef Sébargoud).
- **Les pentes très fortes** : (plus de 250 m/km) marquent les montagnes plus ou moins élevées. Elles se situent à l'Est et à l'Ouest dans les Gneiss et les schistes du socle kabyle ainsi qu'au Sud du bassin (Kef Toumièttas, Kef Hahouner, Dj. Sesnou et Dj. Hadjar). Cette classe de pente domine fortement dans le sous bassin de l'Oued Zeramna au Nord. On peut également noter l'existence de ruptures de pente notamment au niveau des bassins de Ramdane Djamel, Salah Bouchaour et Beni Béchir.

La topographie contrastée, l'agressivité du climat et la lithologie tendre (marnes et argiles) ont permis l'installation d'un réseau hydrographique dense. L'oued Saf-Saf résulte de la confluence de deux cours d'eaux importants : l'Oued Bou Adjed et l'Oued Khemakhem, régularisés à quelques centaines de mètres à l'aval par le barrage des Zardézas. Cet oued franchit la chaîne numidique entre les monts M'souna (620 m) et Sébargoud (609 m), avant de se jeter dans la méditerranée.

Les forêts du bassin du Saf-Saf sont en régression suite à des facteurs multiples (surexploitation des richesses forestières, surpâturage et dilapidation des espaces forestiers en faveur des terres agricoles et parcours et surtout les incendies).

IV.1.2.4. Pluviométrie :

Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources en eau (A N R H) et de l'Office National de la Météorologie (O N M). Il s'agit d'observations journalières reportées sur des tableaux de cumuls mensuels (T C M). A partir de ces données mensuelles nous avons reconstitué les valeurs de pluies annuelles.

Nous avons travaillé sur les stations les plus longues et relativement les plus fiables. Dans la région d'étude nous disposons de cinq stations ayant des périodes d'observations relativement moyennes.

La station de Ramdane Djamel est située à 50 mètres du niveau de la mer alors que l'altitude de Bouchtata est de 90 mètres (la station de Ramdane Djamel est plus représentative de Skikda).

Tenant compte de ces observations, nous prenons en considération pour la suite de l'étude d'APS (Avant-Projet Sommaire) la station de El-Harrouch (30906) comme représentative de la zone d'étude.

L'analyse pluviométrique est basée sur les observations d'une des cinq postes pluviométriques couvrant de façon satisfaisante la majorité des secteurs définis dans la région étudiée. Les coordonnées sont données au tableau ci-dessous.

Tableau IV.1.1: Caractéristique du station pluviométrique (Skikda).

Stations pluviométriques								
Station	Code	Autorité	X _{UTM} (m)	Y _{UTM} (m)	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Pluviométrie (mm)
ELHARROUCH	30906	ANRH	306610.40	4057689.50	6.50.19E	36.39.9	137	606.73

IV.1.2.5. Limite des bassins versants :

Pour l'étude de délimitation des bassins versants on utilise logiciel de Global Mapper qui permis de concrétiser les limites des sous bassins versants pour les oueds et les vallées et leurs écoulements dans le grand bassin versant.

Les limites des sous bassins versants ont été également déterminés en considération des ouvrages de drainage transversaux dans le but de ne pas interrompre ni de changer les écoulements d'eaux existants,

Les caractéristiques des bassins versants comportant la superficie, la longueur du thalweg principal et sa pente longitudinale ont été déterminées à partir de logiciel **Global Mapper**, Ce sont des paramètres physiques fixes qui régissent les conditions de formation des crues.

a) Analyse des bassins versants :

L'analyse des bassins versants est utilisée pour déterminer :

- ✓ La forme, la pente et la superficie des bassins versants ;
- ✓ Caractérisation des surfaces de ruissellement (occupation du sol) ;
- ✓ La longueur du cours principal de son réseau hydrographique, mesurée depuis sa tête à l'amont jusqu'à son exutoire à l'aval ;
- ✓ Les points hauts et bas du bassin.

IV.1.2.6. Caractéristiques physiques :

Les caractéristiques physiques d'un bassin versant conditionnent l'écoulement de ses différents cours d'eaux, l'écoulement peut être facilité ou retardé selon que la région est étalée ou non, par exemple, la détermination des caractéristiques physiques concernera les bassins versants suivants :

Tableau IV.1.2 : Caractéristiques physiques des bassins versants.

PK	A	P	Hmax	Hmin	Hmoy	I (pente)	L
23+363	577,09	116,2	1160	50,25	605,13	0,024	45,76
23+844	575,51	114,85	1160	52,74	606,37	0,024	45,63
24+825	0,47	3,62	199	63,5	131,25	0,095	1,42
25+158	1,34	5,01	280	63,7	171,85	0,139	1,56
25+950	0,11	1,49	151,16	71,53	111,79	0,184	0,43
26+315	570,17	111,23	1160	60,35	610,18	0,026	42,55
26+768	569,58	111,47	1160	62,79	611,4	0,026	42,04
27+141	9,03	13,75	507	66,8	286,9	0,078	5,65
27+504	0,6	3,3	107,16	70	88,58	0,044	0,85
28+793	457,2	116,77	116	75,22	617,61	0,028	39,34
29+067	0,15	2,18	100	80	90	0,049	0,41
29+973	0,37	3,79	159	84	121,5	0,042	1,77

Avec :

A (km²) : Surface (km²)

L (km) : Longueur du cours d'eau principal

P: Indice de pente

H.min(m) : Altitude min

H.moy(m) : Altitude moyenne

H.max(m) : Altitude max

I : La pente

a) Etude des crues :

- Acquisition des données :

Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH), Il s'agit d'observations journalières reportées sur des tableaux.

- Précipitations Journalières :

La protection contre les dégâts des eaux nécessite de s'intéresser aux pluies journalières maximales annuelles,

Théoriquement les valeurs extrêmes s'ajustent à une loi des valeurs extrêmes, en Algérie il est vérifié que les pluies journalières maximales annuelles s'ajustent à une loi de Gauss, Dans le tableau suivant nous présentons les pluies max journalières des stations pluviométriques de la zone d'étude pour différentes fréquences,

Tableau IV.1.3: Pluies max, journalières en mm

Fréquence	0,9	0,98	0,99
U,Gauss	1,282	2,054	2,327

IV.2. SIGNALISATION

IV.2.1. Introduction

IV.2.2. Objet de la signalisation routière

IV.2.3. Types de signalisation

IV.2.4. Critères de conception de la signalisation

IV.2. SIGNALISATION

IV.2.1. Introduction :

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

IV.2.2. Objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

- Sûreté de la circulation routière ;
- Facilitation de cette circulation ;
- Indication ou rappel diverses prescriptions particulières de police ;
- Informations relatives à l'usage de la route.

IV.2.3. Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

IV.2.3.1. Signalisation verticale :

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

- **Signalisation avancée :**

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

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

- **Signalisation de position :**

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

- **Signalisation de direction :**

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

IV.2.3.2. Signalisation horizontale :

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

- ❖ **Type de signalisation :**

La signalisation horizontale se divise en trois types :

Marquages longitudinaux :

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

Marquages transversaux :

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

Marquages complémentaires :

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

❖ Dimensions des marquages :

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

- $U = 7,5$ cm ; sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.
- $U = 6$ cm ; sur routes express à une chaussée et routes principales bidirectionnelles.
- $U = 5$ cm ; sur les autres routes.

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

❖ Modulation des lignes discontinues :

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

Tableau IV.2.1 : Modulation des lignes.

Type de modulation	Longueur de trait (en m)	Intervalles entre 2 traits successifs (en m)	Rapport plein vide
T₁	3,00	10,00	Environ 1/3
T'₁	1,50	5,00	
T₂	3,00	3,50	Environ 1
T'₂	0,50	0,50	
T₃	3,00	1,33	Environ 3
T'₃	20,00	6,00	

T1 2U : Ligne axiale ou délimitation de voie.

T2 3U : Ligne de rive.

T3 2U : Ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

IV.2.4. Critères de conception de la signalisation :

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

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

IV.3. ECLAIRAGE
IV.3.1. Introduction
IV.3.2. Catégories d'éclairages
IV.3.3. Paramètres d'implantation des luminaires

IV.3. Eclairage

IV.3.1. Introduction :

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

IV.3.2. Catégories d'éclairages :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

IV.3.3. Paramètres d'implantation des luminaires :

- Espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- 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.
- Largeur (l) de la chaussée.
- Porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- Inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

IV.4. Echangeur

IV.4.1. Introduction

IV.4.2. Rôle de l'échangeur

IV.4.3. Règles de conception

IV.4.4. Avantages et inconvénients de l'échangeur

IV.4.5. Types d'échangeurs

IV.4.6. Constitutions des échangeurs

IV.4.7. Choix du type d'échangeur

IV.4. Echangeur

IV.4.1. Introduction :

Un échangeur est un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies. En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudiée en fonction de l'importance des divers courants de circulation, du site d'implantation, et du type de topographie du site, ajoutons qu'il faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs par :

- ✓ **Nœuds** : Raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- ✓ **Diffuseur** : Raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- ✓ **Mixte** : Assurance des raccordements de deux autoroutes.

IV.4.2. Rôle de l'échangeur :

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêts provoquant des pertes de temps.

IV.4.3. Règles de conception :

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme, Les échangeurs sont mis en place selon les critères ci-dessous :

- ✓ Points de croisement et d'approche sur la route nationale ou le chemin de Wilaya ;
- ✓ Points de croisement ou d'approche sur la route parvenant aux localités principales, aux aéroports et aux sites touristiques ;
- ✓ Distance entre les échangeurs doit être 2km au minimum et ne doit pas dépasser 30km ;
- ✓ Distance entre l'échangeur et l'aire annexe doit être de 2km au minimum ;
- ✓ Conception des échangeurs de manière à maximiser le confort des usagers.

IV.4.4. Avantages et inconvénients de l'échangeur :

- **Avantages de l'échangeur :**

Les avantages de l'échangeur sont :

- ✓ Facilitation aux usagers un déplacement dans de bonne condition de confort et de Sécurité.
- ✓ Évitement des points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- ✓ Évitement des contraintes d'arrêt et de reprise.
- ✓ Assurance de la continuité du réseau autoroutier.

- **Inconvénients de l'échangeur :**

Nous pouvons résumer les inconvénients dus à l'aménagement d'un échangeur comme suit :

- ✓ Coût financier volumineux.
- ✓ Non prise en charge, en général, des traversées des piétons.
- ✓ Entretiens coûteux.
- ✓ Eclairage indispensable ce qui implique en plus un cout d'exploitation.

IV.4.5. Types d'échangeurs :

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant, les types de base ne sont pas de ces types qui donnent des formes plus complexes. Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- ✓ **Echangeur majeur :** Raccordement Autoroute- Autoroute. (Trèfle complet, bifurcation « Y »).
- ✓ **Echangeur mineur :** Raccordement Autoroute -Route. (Losange, Demi-trèfle, Trompette).

On utilise plusieurs types d'échangeurs dont le domaine d'emploi est bien déterminé :

❖ **Losange :**

Cette configuration à quatre (04) branches correspondant au schéma d'aménagement le plus simple (bretelles directes) et assure une distribution symétrique de trafic d'échanges, en plus les distances de parcours pour l'ensemble du schéma sont minimales.

❖ **Demi – trèfle :**

La configuration en demi – trèfle à quatre (04) branches se présente comme le cas du type losange mais avec une différence majeure, qui est une distribution des trafics d'échange nettement dissymétrique.

❖ **Trompette :**

Le diffuseur du type trompette représente à l'heure actuelle la typologie la plus répandue sur les autoroutes.

C'est le type d'échangeur qui assure les échanges entre la voie principale et la voie transversale.

❖ **Trèfle complet :**

Cette configuration a un seul avantage par rapport au demi – trèfle et losange. C'est qu'elle assure un mouvement libre dans toutes les directions.

IV.4.6. Constitutions des échangeurs :

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

- ✓ Ouvrages d'arts. (Passage supérieur ou inférieur).
- ✓ Carrefour (s) plan(s).
- ✓ Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

→ **Pont :**

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

- ✓ Type d'échangeur à implanter.
- ✓ Contraintes du site d'implantation.
- ✓ Conditions de coordinations profil en long et tracé en plan.
- ✓ Conditions de réglementations et de conception.

→ **Carrefour plan :**

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

- **Brettelle :** Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux directions qui se croisent. Chaque bretelles se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

→

IV.4.7. Choix du type d'échangeur :

Pour notre projet la liaison Autoroutière entre le port de Skikda et l'autoroute est-ouest (2×2 voies), et pour notre tronçon (PK 23+000 au PK30+000) on a un échangeur comme suit :

→ **Echangeur N°05(PK 29+200) :**

Le tracé autoroutier traverse par la suite une vallée encaissée à proximité de l'oued Saf-saf et rejoint l'échangeur n°5 au PK29+200.

Etant raccordé au carrefour giratoire de la RN03AB, cet échangeur en type trompette a été prévu pour améliorer le déplacement et l'accès vers El Harrouch et vers l'Est de la wilaya de Skikda.

Certaines sections de l'échangeur n°5 a fait l'objet de l'étude d'APD effectuée prioritairement au mois d'août de l'an 2012, pour le raccordement à la RN03AB et l'échangeur d'El Harrouch de l'autoroute Est-Ouest dont les travaux de constructions sont en cours.

CHAPITRE V
IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
V.1. GENERALITES

V. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

V.1. Généralités :

Le présent document a pour objet l'étude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation de la pénétrante autoroutière reliant le port de Skikda à l'Autoroute Est Ouest sur 30 km.

Il s'agit du tronçon autoroutier qui traverse la wilaya de Skikda sur 30 km, Il permettra de relier le port de Skikda à l'autoroute Est – Ouest.

Cette étude a été menée conformément aux prescriptions du décret exécutif N°07-145 du 19 Mai 2007, relatif aux études d'impact sur l'environnement et les textes subséquents.

Il convient de rappeler qu'une étude d'impact sur l'environnement a pour finalité d'identifier et d'évaluer les effets (ou incidences) de l'aménagement projeté sur le milieu naturel.

Ces effets externes pouvant être temporaires ou définitifs.

L'impact sur l'environnement peut être défini comme la différence entre l'environnement futur modifié tel qu'il résultera des activités de l'entreprise et l'environnement futur qu'il aurait en évoluant normalement sans ces activités.

Par ailleurs ; les objectifs de conservation ou de protection du milieu naturel fixent, sous forme de normes à respecter, les contraintes auxquelles les impacts projetés doivent être confrontés pour apprécier s'ils peuvent ou non entraîner une des nuisances potentielles.

Techniquement, l'étude d'impact sur l'environnement vise à déterminer l'insertion d'un projet dans son environnement en identifiant et en évaluant les effets directs et/ou indirects du projet, et vérifie la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement par le projet concerné.

Du point de vue légal, l'étude d'impact sur l'environnement est un document exigé en vue de l'obtention d'une autorisation administrative d'un projet pouvant avoir des impacts négatifs sur l'environnement.

Le décret **07-145** précise « sont soumis à la procédure préalable de l'étude d'impact, tous les travaux, aménagements, ou ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences, peuvent directement ou indirectement porter atteinte à l'environnement et notamment à la santé publique, à l'agriculture, les espaces naturels, à la faune, à la flore, à la conservation des sites et monuments et à la commodité du voisinage ».

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF :

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1- Terrassements				
Décapage de terre végétale (20cm)	M ³	85149	50	4 25 7450
<i>Remblais en provenance d'emprunts</i>	M ³	3565292	677	2 413 702 684
Déblais mis en remblais	M ³	655	450	294 750
SOUS TOTAL 1				2 418 254 884
2- Chaussée				
Mise en place d'une couche de forme TUF	M ³	99131	900	89 217 900
Couche de base en grave bitume	T	93213.6	4 200	391 497 120
Couche de roulement en béton bitumineux	T	30110	4 800	144 528 000
SOUS TOTAL 2				625 243 020
3-Bordure TPC	ML	20998	8 000	167 984 000
4-Ouvrage d'art	M²	1 800	400 000	720 000 000
SOUS TOTAL 3+4				736 798 400
6-Travaux supplémentaires				
Ouvrage d'art courant et assainissement	F	10%		529 121 29.6
Signalisation	F	5%		26 456 064.8
Control de Réalisation	F	2%		10 582 425.92
Impact sur l'environnement	F	1%		5 291 212.96
Installation de chantier	F	3%		15 873 638.88
SOUS TOTAL 6				111 115 472.2
TOTAL GENERAL			3 891 411 776.2	
TVA=17%			739 368 237.4	
TTC			4 630 780 013.6	

Le montant de ce projet et de : **4 630 780 013.6 DA.**

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

On conclut que la monnaie courante de toute étude d'un projet routier est en premier lieu la sécurité puis l'économie.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de pouvoir diminuer la congestion que subit la ville de SKIKDA.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans un environnement qui est varié entre facile et peu vallonné.

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

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels d'AUTO CAD, COVADIS.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

I. Des règlements :

- ✓ B40 « Normes techniques d'aménagement des routes ». Direction des Etudes Générale et de la Règlementation Technique (MTP). Algérie.1977
- ✓ ICTAAL 2000 : instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- ✓ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves CTTT « fascicule I.II.III » Algérie.2001
- ✓ « Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussée » Service d'études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) et Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC). France.1994
- ✓ Signalisation routière en Agglomération.

II. Les cours :

- ✓ Cours de route, 1^{ère} année Master VOA de Pr. Belachia Mouloud.
- ✓ Cour d'hydraulique de 1^{ère} année Master VOA de Mr. Belhadj Mohamed Zine
- ✓ Cours de dimensionnement des chaussées ENSTP 5^{ème} année.

III. Espace d'internet :

- ✓ Technique de l'ingénieur. www.SETRA.com.
- ✓ Référence du logiciel Autopiste. www.geo-media.com/autopiste.

IV. Les logiciels :

- ✓ Word et Excel 2010.
- ✓ Covadis 2013
- ✓ Allizi lcpc routes.

V. Les mémoires :

- ✓ Dobe Anouar, mémoire de master de fin d'étude IVCOA, (étudier en APS et APD un tronçon « De La Rocade Autoroutière Des Hauts Plateaux » sur 8 Kms avec l'étude de stabilité des pentes des talus dans la willaya de kenchela (pk 21+300 au pk 29+300), présenté à l'université de Skikda 2016.
- ✓ Mahdada Hicham et Imamouine Abdelwaheb, mémoire de fin d'études travaux publics, étude en APS et APD d'un tronçon de la pénétrante tipaza-oued djer sur 10 km (pk04+150-pk14+650) avec la conception d'un échangeur, présenté à Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba 2012.
- ✓ Rouag Amir, mémoire de Master de fin d'étude IVCOA, (Etude de modernisation de CW142 sur 6 km.) présenté à université de Skikda 2015.

VI. Les rapports de l'étude d'Avant-Projet Détaillé de pénétrante :

- ✓ L'étude hydrologique et hydraulique.
- ✓ Rapport d'étude du tracé.
- ✓ Etude géotechnique pour lot route.
- ✓ Etude d'impact sur l'environnement.

Annexe I :

- Profil en Long Projet
- Axe en Plan
- Cubatures Déblai Remblai (Gulden)
- Cubatures Décapage (Gulden)
- Cubatures Matériaux : Utilisation (Gulden)
- Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (Gulden)
- Edition des Décapages
- Edition des Dévers

Profil En Long Projet

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 0.77 %	618.240	23+000.000	55.257
Parabole 1	Rayon -12000.000 m	40.555	23+618.240	60.039
	Sommet Absc. 23+711.050 m			
	Sommet Alt. 60.398 m			
Pente 2	Pente 0.44 %	1339.684	23+658.795	60.284
Parabole 2	Rayon -10000.000 m	23.604	24+998.479	66.118
	Sommet Absc. 25+042.025 m			
	Sommet Alt. 66.213 m			
Pente 3	Pente 0.20 %	397.692	25+022.083	66.193
Parabole 3	Rayon 10000.000 m	18.606	25+419.776	66.986
	Sommet Absc. 25+399.834 m			
	Sommet Alt. 66.966 m			
Pente 4	Pente 0.39 %	3874.811	25+438.382	67.040
Parabole 4	Rayon 8000.000 m	32.768	29+313.193	81.977
	Sommet Absc. 29+282.355 m			
	Sommet Alt. 81.917 m			
Pente 5	Pente 0.80 %	653.720	29+345.960	82.170
			29+999.680	87.368
Longueur totale de l'axe 6999.680 mètre(s)				
Longueur développée totale de l'axe 6999.763 mètre(s)				

Axe En Plan

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 222.75gr	496.747	23+000.000	309347.345	4064124.283	
Clothoïde 1	Paramètre 266.667	88.889	23+496.747	309173.579	4063658.919	
Arc 1	Rayon 800.000 m Centre X 309907.877 m Centre Y 4063337.298 m	263.852	23+585.636	309144.037	4063575.096	
Clothoïde 2	Paramètre -266.667	88.889	23+849.488	309108.191	4063314.896	
Droite 2	Gisement 194.68gr	806.866	23+938.377	309113.967	4063226.207	
Clothoïde 3	Paramètre -316.667	105.556	24+745.243	309181.312	4062422.156	
Arc 2	Rayon -950.000 m Centre X 308238.545 m Centre Y 4062290.236 m	285.188	24+850.799	309188.172	4062316.838	
Clothoïde 4	Paramètre 316.667	105.556	25+135.987	309153.569	4062034.835	
Droite 3	Gisement 220.87gr	414.570	25+241.543	309121.451	4061934.300	
Clothoïde 5	Paramètre 316.667	105.556	25+656.113	308987.996	4061541.797	
Arc 3	Rayon 950.000 m Centre X 309870.902 m Centre Y 4061185.861 m	253.361	25+761.668	308955.877	4061441.262	
Clothoïde 6	Paramètre -316.667	105.556	26+015.029	308920.916	4061191.083	
Droite 4	Gisement 196.81gr	908.401	26+120.584	308924.244	4061085.594	
Arc 4	Rayon -2000.000 m Centre X 306972.204 m Centre Y 4060078.255 m	369.274	27+028.985	308969.699	4060178.331	
Droite 5	Gisement 208.57gr	940.531	27+398.259	308954.120	4059809.911	
Arc 5	Rayon -2000.000 m Centre X 306846.011 m Centre Y 4059146.229 m	1410.028	28+338.790	308827.927	4058877.884	
Droite 6	Gisement 253.45gr	250.862	29+748.818	308181.544	4057657.487	
			29+999.680	307994.810	4057489.970	
Longueur totale de l'axe 6999.680 mètre(s)						

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
p01	23+000.00 0	12.500	30.66	0.18	383.3	2.3	383.3	2.3
p02	23+025.00 0	25.000	29.49	0.20	737.3	5.0	1120.5	7.2
p03	23+050.00 0	25.000	28.08	0.23	701.9	5.9	1822.5	13.1
p04	23+075.00 0	25.000	17.74	0.88	443.6	22.1	2266.0	35.2
p05	23+100.00 0	25.000	7.39	2.24	184.7	55.9	2450.7	91.1
p06	23+125.00 0	25.000	1.49	4.51	37.2	112.8	2487.9	203.9
p07	23+150.00 0	25.000	0.22	8.72	5.4	218.1	2493.4	422.0
p08	23+175.00 0	25.000	0.00	20.08	0.0	501.9	2493.4	923.9
p09	23+200.00 0	25.000	0.00	40.40	0.0	1009.9	2493.4	1933.8
p10	23+225.00 0	25.000	0.00	59.83	0.0	1495.8	2493.4	3429.7
p11	23+250.00 0	25.000	0.00	79.36	0.0	1984.0	2493.4	5413.7
p12	23+275.00 0	25.000	0.00	102.17	0.0	2554.2	2493.4	7967.9
p13	23+300.00 0	25.000	0.00	134.26	0.0	3356.5	2493.4	11324.4
p14	23+325.00 0	25.000	0.00	164.31	0.0	4107.6	2493.4	15432.0
p15	23+350.00 0	25.000	0.00	148.68	0.0	3717.0	2493.4	19149.0
p16	23+375.00 0	25.000	0.00	152.44	0.0	0.0	2493.4	19149.0
p17	23+400.00 0	25.000	0.00	139.65	0.0	0.0	2493.4	19149.0
p18	23+425.00 0	25.000	0.00	88.05	0.0	2201.4	2493.4	21350.3
p19	23+450.00 0	25.000	0.00	42.98	0.0	1074.6	2493.4	22425.0
p20	23+475.00 0	23.373	1.60	6.55	37.5	153.1	2530.8	22578.0
p21	23+496.74 7	12.500	9.10	1.87	113.8	23.4	2644.6	22601.4
p22	23+500.00 0	14.127	9.33	1.80	131.8	25.5	2776.4	22626.9
p23	23+525.00 0	25.000	10.58	1.33	264.4	33.1	3040.8	22660.0
p24	23+550.00 0	25.000	12.25	0.95	306.2	23.7	3347.1	22683.7
p25	23+575.00 0	17.818	13.34	0.75	237.6	13.4	3584.7	22697.1
p26	23+585.63 6	12.500	13.38	0.72	167.2	9.1	3751.9	22706.2
p27	23+600.00 0	19.682	15.18	0.46	298.7	9.2	4050.6	22715.4
p28	23+625.00 0	25.000	23.19	0.35	579.8	8.6	4630.4	22724.0
p29	23+650.00 0	25.000	20.89	0.29	523.3	7.2	5153.7	22731.2
p30	23+675.00 0	25.000	15.45	0.51	386.3	12.8	5540.1	22744.1
p31	23+700.00 0	25.000	14.51	0.65	363.1	16.2	5903.2	22760.2
p32	23+725.00 0	25.000	14.34	0.65	358.5	16.2	6261.7	22776.4
p33	23+750.00 0	25.000	2.09	4.23	52.6	105.3	6314.3	22881.7
p34	23+775.00	25.000	0.00	43.66	0.0	1090.0	6314.3	23971.7

	0							
p35	23+800.00 0	25.000	0.00	113.44	0.0	0.0	6314.3	23971.7
p36	23+825.00 0	24.744	0.00	163.58	0.0	0.0	6314.3	23971.7
p37	23+849.48 8	12.500	0.00	194.60	0.0	0.0	6314.3	23971.7
p38	23+850.00 0	12.756	0.00	194.27	0.0	0.0	6314.3	23971.7
p39	23+875.00 0	25.000	0.00	178.98	0.0	4474.7	6314.3	28446.4
p40	23+900.00 0	25.000	0.00	210.02	0.0	5252.2	6314.3	33698.6
p41	23+924.00 0	19.189	0.00	141.97	0.0	2724.9	6314.3	36423.5
p42	23+938.37 7	12.500	0.00	113.53	0.0	1419.2	6314.3	37842.8
p43	23+950.00 0	18.311	0.00	85.84	0.0	1571.9	6314.3	39414.7
p44	23+975.00 0	25.000	0.00	53.59	0.0	1339.7	6314.3	40754.4
p45	24+000.00 0	25.000	0.00	38.47	0.0	961.7	6314.3	41716.1
p46	24+025.00 0	25.000	0.00	33.04	0.0	825.9	6314.3	42542.0
p47	24+050.00 0	25.000	0.00	26.18	0.0	654.5	6314.3	43196.5
p48	24+075.00 0	25.000	0.00	21.29	0.0	532.2	6314.3	43728.7
p49	24+100.00 0	25.000	0.01	9.30	0.2	232.4	6314.5	43961.1
p50	24+125.00 0	25.000	21.47	0.30	536.8	7.6	6851.3	43968.7

Cubatures Décapage (Gulden)

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
p01	23+000.00 0	12.500	0.300	0.300	8.66	108.2	108.2	360.76	360.76
p02	23+025.00 0	25.000	0.300	0.300	8.62	215.6	323.8	718.63	1079.39
p03	23+050.00 0	25.000	0.300	0.300	8.56	214.1	537.9	713.71	1793.10
p04	23+075.00 0	25.000	0.300	0.300	8.02	200.6	738.5	668.61	2461.72
p05	23+100.00 0	25.000	0.300	0.300	7.75	193.7	932.2	645.58	3107.29
p06	23+125.00 0	25.000	0.300	0.300	8.05	201.3	1133.4	670.85	3778.15
p07	23+150.00 0	25.000	0.300	0.300	8.44	211.0	1344.5	703.36	4481.50
p08	23+175.00 0	25.000	0.300	0.300	9.07	226.8	1571.2	755.91	5237.41
p09	23+200.00 0	25.000	0.300	0.300	9.77	244.2	1815.5	814.12	6051.53
p10	23+225.00 0	25.000	0.300	0.300	10.42	260.4	2075.8	867.94	6919.47
p11	23+250.00 0	25.000	0.300	0.300	11.10	277.4	2353.2	924.67	7844.14
p12	23+275.00 0	25.000	0.300	0.300	11.81	295.3	2648.5	984.19	8828.33
p13	23+300.00 0	25.000	0.300	0.300	12.75	318.7	2967.2	1062.29	9890.62
p14	23+325.00 0	25.000	0.300	0.300	13.47	336.7	3303.9	1122.40	11013.03
p15	23+350.00 0	25.000	0.300	0.300	7.20	180.0	3483.9	600.00	11613.03
p16	23+375.00 0	25.000	0.300	0.300	7.20	0.0	3483.9	0.00	11613.03
p17	23+400.00 0	25.000	0.300	0.300	12.72	0.0	3483.9	0.00	11613.03
p18	23+425.00 0	25.000	0.300	0.300	11.48	287.0	3771.0	956.83	12569.85
p19	23+450.00 0	25.000	0.300	0.300	9.80	245.0	4015.9	816.64	13386.49
p20	23+475.00 0	23.373	0.300	0.300	8.35	195.2	4211.1	650.51	14037.00
p21	23+496.74 7	12.500	0.300	0.300	7.70	96.3	4307.4	320.94	14357.93
p22	23+500.00 0	14.127	0.300	0.300	7.69	108.6	4416.0	362.03	14719.97
p23	23+525.00 0	25.000	0.300	0.300	7.58	189.5	4605.5	631.73	15351.70
p24	23+550.00 0	25.000	0.300	0.300	7.48	186.9	4792.4	623.10	15974.80
p25	23+575.00 0	17.818	0.300	0.300	7.42	132.2	4924.6	440.60	16415.40
p26	23+585.63 6	12.500	0.300	0.300	7.41	92.6	5017.2	308.71	16724.11
p27	23+600.00 0	19.682	0.300	0.300	7.32	144.1	5161.3	480.23	17204.34
p28	23+625.00 0	25.000	0.300	0.300	8.41	210.3	5371.6	701.14	17905.48
p29	23+650.00 0	25.000	0.300	0.300	7.83	196.0	5567.7	653.38	18558.86
p30	23+675.00 0	25.000	0.300	0.300	7.34	183.5	5751.2	611.69	19170.55
p31	23+700.00 0	25.000	0.300	0.300	7.37	184.3	5935.5	614.38	19784.94
p32	23+725.00 0	25.000	0.300	0.300	7.38	184.6	6120.1	615.30	20400.23
p33	23+750.00 0	25.000	0.300	0.300	8.10	202.4	6322.5	674.79	21075.02

p34	23+775.00 0	25.000	0.300	0.300	9.95	248.5	6571.0	828.25	21903.27
p35	23+800.00 0	25.000	0.300	0.300	12.11	0.0	6571.0	0.00	21903.27
p36	23+825.00 0	24.744	0.300	0.300	7.20	0.0	6571.0	0.00	21903.27
p37	23+849.48 8	12.500	0.300	0.300	7.20	0.0	6571.0	0.00	21903.27
p38	23+850.00 0	12.756	0.300	0.300	7.20	0.0	6571.0	0.00	21903.27
p39	23+875.00 0	25.000	0.300	0.300	7.20	180.0	6751.0	600.00	22503.27
p40	23+900.00 0	25.000	0.300	0.300	14.65	366.4	7117.4	1221.25	23724.52
p41	23+924.00 0	19.189	0.300	0.300	13.14	252.2	7369.5	840.52	24565.04
p42	23+938.37 7	12.500	0.300	0.300	12.31	153.9	7523.5	513.13	25078.17
p43	23+950.00 0	18.311	0.300	0.300	11.49	210.4	7733.8	701.23	25779.40
p44	23+975.00 0	25.000	0.300	0.300	10.20	255.1	7988.9	850.38	26629.78
p45	24+000.00 0	25.000	0.300	0.300	9.77	244.3	8233.3	814.45	27444.23
p46	24+025.00 0	25.000	0.300	0.300	9.57	239.3	8472.5	797.56	28241.79
p47	24+050.00 0	25.000	0.300	0.300	9.27	231.7	8704.3	772.48	29014.27
p48	24+075.00 0	25.000	0.300	0.300	9.03	225.7	8930.0	752.39	29766.66
p49	24+100.00 0	25.000	0.300	0.300	8.43	210.8	9140.8	702.57	30469.23
p50	24+125.00 0	25.000	0.300	0.300	7.97	199.2	9339.9	663.91	31133.14

Cubatures Matériaux : Utilisation (Gulden)

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

BB

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total Volume cumulé
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	
p01	23+000.00 0	12.500	0.92	11.5	0.92	11.5	23.0
p02	23+025.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	69.0
p03	23+050.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	115.0
p04	23+075.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	161.0
p05	23+100.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	207.0
p06	23+125.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	253.0
p07	23+150.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	299.0
p08	23+175.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	345.0
p09	23+200.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	391.0
p10	23+225.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	437.0
p11	23+250.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	483.0
p12	23+275.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	529.0
p13	23+300.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	575.0
p14	23+325.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	621.0
p15	23+350.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	667.0
p16	23+375.00 0	25.000	0.92	0.0	0.92	0.0	667.0
p17	23+400.00 0	25.000	0.92	0.0	0.92	0.0	667.0
p18	23+425.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	713.0
p19	23+450.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	759.0
p20	23+475.00 0	23.373	0.92	21.5	0.92	21.5	802.0
p21	23+496.74 7	12.500	0.92	11.5	0.92	11.5	825.0
p22	23+500.00 0	14.127	0.92	13.0	0.92	13.0	851.0
p23	23+525.00 0	25.000	0.92	22.9	0.92	23.1	897.0
p24	23+550.00 0	25.000	0.92	22.9	0.92	23.1	943.0
p25	23+575.00 0	17.818	0.92	16.3	0.92	16.5	975.8
p26	23+585.63 6	12.500	0.92	11.4	0.92	11.6	998.8
p27	23+600.00 0	19.682	0.92	18.0	0.92	18.2	1035.0
p28	23+625.00 0	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1081.0
p29	23+650.00 0	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1127.0
p30	23+675.00 0	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1173.0
p31	23+700.00	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1219.0

	0						
p32	23+725.00 0	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1265.0
p33	23+750.00 0	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1311.0
p34	23+775.00 0	25.000	0.92	22.8	0.92	23.2	1357.0
p35	23+800.00 0	25.000	0.92	0.0	0.92	0.0	1357.0
p36	23+825.00 0	24.744	0.92	0.0	0.92	0.0	1357.0
p37	23+849.48 8	12.500	0.92	0.0	0.92	0.0	1357.0
p38	23+850.00 0	12.756	0.92	0.0	0.92	0.0	1357.0
p39	23+875.00 0	25.000	0.92	22.9	0.92	23.1	1403.0
p40	23+900.00 0	25.000	0.92	22.9	0.92	23.1	1449.0
p41	23+924.00 0	19.189	0.92	17.6	0.92	17.7	1484.3
p42	23+938.37 7	12.500	0.92	11.5	0.92	11.5	1507.3
p43	23+950.00 0	18.311	0.92	16.8	0.92	16.8	1541.0
p44	23+975.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	1587.0
p45	24+000.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	1633.0
p46	24+025.00 0	25.000	0.92	23.0	0.92	23.0	1679.0

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total Volume cumulé
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	

GB

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total Volume cumulé
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	
p01	23+000.00 0	12.500	2.93	36.6	2.93	36.6	73.2
p02	23+025.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	219.7
p03	23+050.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	366.1
p04	23+075.00 0	25.000	2.93	73.2	2.90	72.4	511.7
p05	23+100.00 0	25.000	2.90	72.4	2.90	72.4	656.6
p06	23+125.00 0	25.000	2.90	72.4	2.90	72.4	801.4
p07	23+150.00 0	25.000	2.90	72.4	2.93	73.2	947.1
p08	23+175.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1093.5
p09	23+200.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1240.0
p10	23+225.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1386.4
p11	23+250.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1532.8
p12	23+275.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1679.3
p13	23+300.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1825.7
p14	23+325.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	1972.2
p15	23+350.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	1972.2
p16	23+375.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	1972.2
p17	23+400.00 0	25.000	2.93	0.0	2.93	0.0	1972.2
p18	23+425.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	2118.6
p19	23+450.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	2265.0
p20	23+475.00 0	23.373	2.93	68.5	2.90	67.7	2401.2
p21	23+496.74 7	12.500	2.90	36.2	2.90	36.2	2473.6
p22	23+500.00 0	14.127	2.90	40.9	2.90	41.0	2555.5
p23	23+525.00 0	25.000	2.90	72.3	2.90	72.6	2700.3
p24	23+550.00 0	25.000	2.90	72.1	2.90	72.7	2845.2
p25	23+575.00 0	17.818	2.90	51.3	2.90	51.9	2948.4
p26	23+585.63 6	12.500	2.90	36.0	2.90	36.5	3020.8
p27	23+600.00 0	19.682	2.90	56.6	2.90	57.4	3134.8
p28	23+625.00 0	25.000	2.93	72.7	2.93	73.8	3281.3
p29	23+650.00 0	25.000	2.90	71.9	2.93	73.8	3426.9
p30	23+675.00 0	25.000	2.90	71.9	2.90	72.9	3571.8
p31	23+700.00 0	25.000	2.90	71.9	2.90	72.9	3716.6
p32	23+725.00 0	25.000	2.90	71.9	2.90	72.9	3861.5
p33	23+750.00 0	25.000	2.90	71.9	2.90	72.9	4006.3
p34	23+775.00 0	25.000	2.93	72.7	2.93	73.8	4152.7
p35	23+800.00 0	25.000	2.93	0.0	2.93	0.0	4152.7

p36	23+825.00 0	24.744	0.00	0.0	0.00	0.0	4152.7
p37	23+849.48 8	12.500	0.00	0.0	0.00	0.0	4152.7
p38	23+850.00 0	12.756	0.00	0.0	0.00	0.0	4152.7
p39	23+875.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	4152.7
p40	23+900.00 0	25.000	2.93	73.0	2.93	73.5	4299.2
p41	23+924.00 0	19.189	2.93	56.1	2.93	56.3	4411.6
p42	23+938.37 7	12.500	2.93	36.6	2.93	36.6	4484.8
p43	23+950.00 0	18.311	2.93	53.6	2.93	53.6	4592.1
p44	23+975.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	4738.5
p45	24+000.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	4884.9
p46	24+025.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	5031.4
p47	24+050.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	5177.8
p48	24+075.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	5324.3
p49	24+100.00 0	25.000	2.90	72.4	2.93	73.2	5469.9
p50	24+125.00 0	25.000	2.93	73.2	2.90	72.4	5615.6
p51	24+150.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	5762.0
p52	24+175.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	5908.4
p53	24+200.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	6054.9
p54	24+225.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	6201.3
p55	24+250.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	6347.8
p56	24+275.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	6494.2
p57	24+300.00 0	25.000	2.93	73.2	2.93	73.2	6640.6

GNT

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
p01	23+000.00 0	12.500	7.28	91.0	7.28	91.0	181.9
p02	23+025.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	545.8
p03	23+050.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	909.6
p04	23+075.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	1254.3
p05	23+100.00 0	25.000	6.51	162.8	6.51	162.8	1579.9
p06	23+125.00 0	25.000	6.51	162.8	6.51	162.8	1905.5

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
p07	23+150.00 0	25.000	6.51	162.8	7.28	181.9	2250.2
p08	23+175.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	2614.1
p09	23+200.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	2977.9
p10	23+225.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	3341.8
p11	23+250.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	3705.6
p12	23+275.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	4069.5
p13	23+300.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	4433.3
p14	23+325.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	4797.2
p15	23+350.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	4797.2
p16	23+375.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	4797.2
p17	23+400.00 0	25.000	7.28	0.0	7.28	0.0	4797.2
p18	23+425.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	5161.0
p19	23+450.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	5524.9
p20	23+475.00 0	23.373	7.28	170.1	6.51	152.2	5847.2
p21	23+496.74 7	12.500	6.51	81.4	6.51	81.4	6010.0
p22	23+500.00 0	14.127	6.51	91.9	6.51	92.0	6193.9
p23	23+525.00 0	25.000	6.51	162.4	6.51	163.1	6519.5
p24	23+550.00 0	25.000	6.51	162.1	6.51	163.4	6845.1
p25	23+575.00 0	17.818	6.51	115.4	6.51	116.7	7077.1
p26	23+585.63 6	12.500	6.51	80.8	6.51	81.9	7239.9
p27	23+600.00 0	19.682	6.51	127.3	6.51	129.0	7496.2
p28	23+625.00 0	25.000	7.28	180.5	7.28	183.3	7860.1
p29	23+650.00 0	25.000	6.51	161.7	7.28	183.3	8205.1
p30	23+675.00 0	25.000	6.51	161.7	6.51	163.9	8530.6
p31	23+700.00 0	25.000	6.51	161.7	6.51	163.9	8856.2
p32	23+725.00 0	25.000	6.51	161.7	6.51	163.9	9181.8
p33	23+750.00 0	25.000	6.51	161.7	6.51	163.9	9507.3
p34	23+775.00 0	25.000	7.28	180.5	7.28	183.3	9871.2
p35	23+800.00 0	25.000	7.28	0.0	7.28	0.0	9871.2
p36	23+825.00 0	24.744	0.00	0.0	0.00	0.0	9871.2
p37	23+849.48 8	12.500	0.00	0.0	0.00	0.0	9871.2
p38	23+850.00 0	12.756	0.00	0.0	0.00	0.0	9871.2
p39	23+875.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	9871.2
p40	23+900.00 0	25.000	7.28	181.3	7.28	182.5	10235.1
p41	23+924.00 0	19.189	7.28	139.4	7.28	139.8	10514.3
p42	23+938.37 7	12.500	7.28	90.9	7.28	91.0	10696.3
p43	23+950.00 0	18.311	7.28	133.3	7.28	133.3	10962.8
p44	23+975.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	11326.6
p45	24+000.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	11690.5

p46	24+025.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	12054.3
p47	24+050.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	12418.2
p48	24+075.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	12782.0
p49	24+100.00 0	25.000	6.51	162.8	7.28	181.9	13126.7
p50	24+125.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	13471.5
p51	24+150.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	13835.3
p52	24+175.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	14199.2
p53	24+200.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	14563.0
p54	24+225.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	14926.9
p55	24+250.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	15290.7
p56	24+275.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	15654.6
p57	24+300.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	16018.4
p58	24+325.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	16382.3
p59	24+350.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	16746.2
p60	24+375.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	17090.9
p61	24+400.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	17435.6
p62	24+425.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	17780.3
p63	24+450.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	18125.0
p64	24+475.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	18469.7
p65	24+500.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	18833.6
p66	24+525.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	19197.4
p67	24+550.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	19561.3
p68	24+575.00 0	25.000	7.28	181.9	7.28	181.9	19925.1
p69	24+600.00 0	25.000	7.28	181.9	6.51	162.8	20269.8

TUF

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
p01	23+000.00 0	12.500	5.43	67.9	5.43	67.9	135.8
p02	23+025.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	407.5
p03	23+050.00 0	25.000	5.43	135.8	5.50	137.4	680.7
p04	23+075.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	916.8
p05	23+100.00 0	25.000	4.01	100.2	4.01	100.2	1117.2
p06	23+125.00 0	25.000	4.01	100.2	4.01	100.2	1317.7
p07	23+150.00 0	25.000	4.01	100.2	6.61	165.3	1583.2
p08	23+175.00 0	25.000	6.29	157.3	6.61	165.3	1905.9
p09	23+200.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	2236.5
p10	23+225.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	2567.2
p11	23+250.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	2897.8
p12	23+275.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	3228.5
p13	23+300.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	3559.1
p14	23+325.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	3889.8
p15	23+350.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	3889.8
p16	23+375.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	3889.8
p17	23+400.00 0	25.000	6.61	0.0	6.61	0.0	3889.8
p18	23+425.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	4220.4

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
p19	23+450.00 0	25.000	6.61	165.3	6.29	157.3	4543.0
p20	23+475.00 0	23.373	6.29	147.1	4.01	93.7	4783.8
p21	23+496.74 7	12.500	4.01	50.1	4.01	50.1	4884.1
p22	23+500.00 0	14.127	4.01	56.6	4.01	56.7	4997.3
p23	23+525.00 0	25.000	4.01	100.0	4.01	100.4	5197.8
p24	23+550.00 0	25.000	4.01	99.9	4.01	100.6	5398.2
p25	23+575.00 0	17.818	4.01	71.1	4.01	71.8	5541.1
p26	23+585.63 6	12.500	4.01	49.8	4.01	50.4	5641.3
p27	23+600.00 0	19.682	4.01	78.4	4.01	79.4	5799.2
p28	23+625.00 0	25.000	5.46	135.3	5.46	137.6	6072.1
p29	23+650.00 0	25.000	4.01	99.6	5.43	137.0	6308.6
p30	23+675.00 0	25.000	4.01	99.6	4.01	100.9	6509.1
p31	23+700.00 0	25.000	4.01	99.6	4.01	100.9	6709.5
p32	23+725.00 0	25.000	4.01	99.6	4.01	100.9	6910.0
p33	23+750.00 0	25.000	4.01	99.6	4.01	100.9	7110.5
p34	23+775.00 0	25.000	6.61	163.7	6.61	167.0	7441.1
p35	23+800.00 0	25.000	6.61	0.0	6.61	0.0	7441.1
p36	23+825.00 0	24.744	0.00	0.0	0.00	0.0	7441.1
p37	23+849.48 8	12.500	0.00	0.0	0.00	0.0	7441.1
p38	23+850.00 0	12.756	0.00	0.0	0.00	0.0	7441.1
p39	23+875.00 0	25.000	0.00	0.0	0.00	0.0	7441.1
p40	23+900.00 0	25.000	6.61	164.6	6.61	166.0	7771.8
p41	23+924.00 0	19.189	6.61	126.7	6.61	127.1	8025.5
p42	23+938.37 7	12.500	6.61	82.6	6.61	82.7	8190.9
p43	23+950.00 0	18.311	6.61	121.1	6.61	121.1	8433.1
p44	23+975.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	8763.7
p45	24+000.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	9094.4
p46	24+025.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	9425.0
p47	24+050.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	9755.7
p48	24+075.00 0	25.000	6.29	157.3	6.61	165.3	10078.3
p49	24+100.00 0	25.000	4.01	100.2	6.29	157.3	10335.8
p50	24+125.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	10571.9
p51	24+150.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	10843.6
p52	24+175.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	11115.2
p53	24+200.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	11386.9
p54	24+225.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	11658.5
p55	24+250.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	11930.2
p56	24+275.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	12201.9
p57	24+300.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	12473.5

p58	24+325.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	12745.2
p59	24+350.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	13016.9
p60	24+375.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	13252.9
p61	24+400.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	13489.0
p62	24+425.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	13725.1
p63	24+450.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	13961.1
p64	24+475.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	14197.2
p65	24+500.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	14468.8
p66	24+525.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	14740.5
p67	24+550.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	15012.2
p68	24+575.00 0	25.000	5.43	135.8	5.43	135.8	15283.8
p69	24+600.00 0	25.000	5.43	135.8	4.01	100.2	15519.9
p70	24+625.00 0	25.000	4.01	100.2	6.29	157.3	15777.4
p71	24+650.00 0	25.000	4.01	100.2	6.61	165.3	16043.0
p72	24+675.00 0	25.000	6.29	157.3	6.61	165.3	16365.6
p73	24+700.00 0	25.000	6.61	165.3	6.61	165.3	16696.3
p74	24+725.00 0	22.622	6.61	149.6	6.61	149.6	16995.5
p75	24+745.24 3	12.500	6.61	82.7	6.61	82.7	17160.8
p76	24+750.00 0	14.878	6.61	98.5	6.61	98.3	17357.6
p77	24+775.00 0	25.000	6.61	165.7	6.61	164.9	17688.2
p78	24+800.00 0	25.000	6.29	158.0	6.61	164.6	18010.8
p79	24+825.00 0	25.000	6.29	158.3	6.61	164.3	18333.3
p80	24+850.00 0	12.899	6.61	86.0	6.61	84.6	18503.9
p81	24+850.79 9	12.500	6.29	79.3	6.61	82.0	18665.2

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (Gulden)

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Matériau	Volume cumulé
BB	12189.4
GB	37980.8
GNT	92395.8
TUF	74159.8

Edition des Décapages

Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Num.	Abscisse	Décapage	
		Gauche	Droite
p01	23+000.000	0.300	0.300
p02	23+025.000	0.300	0.300
p03	23+050.000	0.300	0.300
p04	23+075.000	0.300	0.300
p05	23+100.000	0.300	0.300
p06	23+125.000	0.300	0.300
p07	23+150.000	0.300	0.300
p08	23+175.000	0.300	0.300
p09	23+200.000	0.300	0.300
p10	23+225.000	0.300	0.300
p11	23+250.000	0.300	0.300
p12	23+275.000	0.300	0.300
p13	23+300.000	0.300	0.300
p14	23+325.000	0.300	0.300
p15	23+350.000	0.300	0.300
p16	23+375.000	0.300	0.300
p17	23+400.000	0.300	0.300
p18	23+425.000	0.300	0.300
p19	23+450.000	0.300	0.300
p20	23+475.000	0.300	0.300
p21	23+496.747	0.300	0.300
p22	23+500.000	0.300	0.300
p23	23+525.000	0.300	0.300
p24	23+550.000	0.300	0.300
p25	23+575.000	0.300	0.300
p26	23+585.636	0.300	0.300
p27	23+600.000	0.300	0.300
p28	23+625.000	0.300	0.300
p29	23+650.000	0.300	0.300
p30	23+675.000	0.300	0.300
p31	23+700.000	0.300	0.300
p32	23+725.000	0.300	0.300
p33	23+750.000	0.300	0.300
p34	23+775.000	0.300	0.300
p35	23+800.000	0.300	0.300
p36	23+825.000	0.300	0.300
p37	23+849.488	0.300	0.300
p38	23+850.000	0.300	0.300
p39	23+875.000	0.300	0.300
p40	23+900.000	0.300	0.300
p41	23+924.000	0.300	0.300
p42	23+938.377	0.300	0.300
p43	23+950.000	0.300	0.300
p44	23+975.000	0.300	0.300
p45	24+000.000	0.300	0.300
p46	24+025.000	0.300	0.300
p47	24+050.000	0.300	0.300
p48	24+075.000	0.300	0.300
p49	24+100.000	0.300	0.300
p50	24+125.000	0.300	0.300

Edition des Dévers

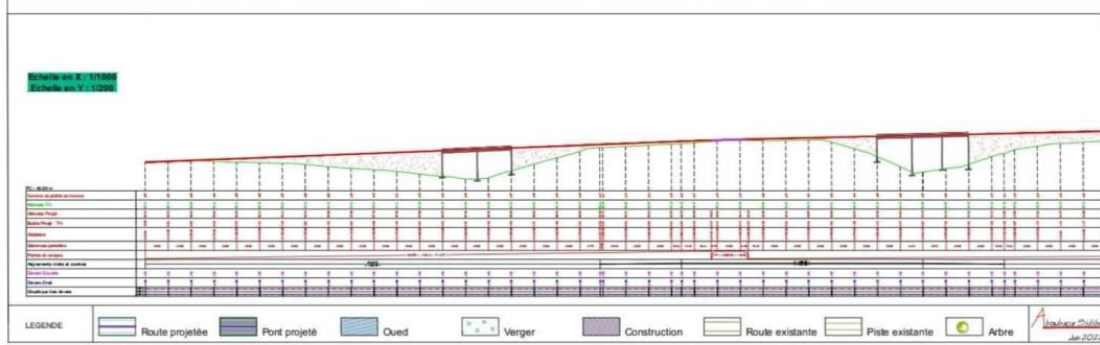
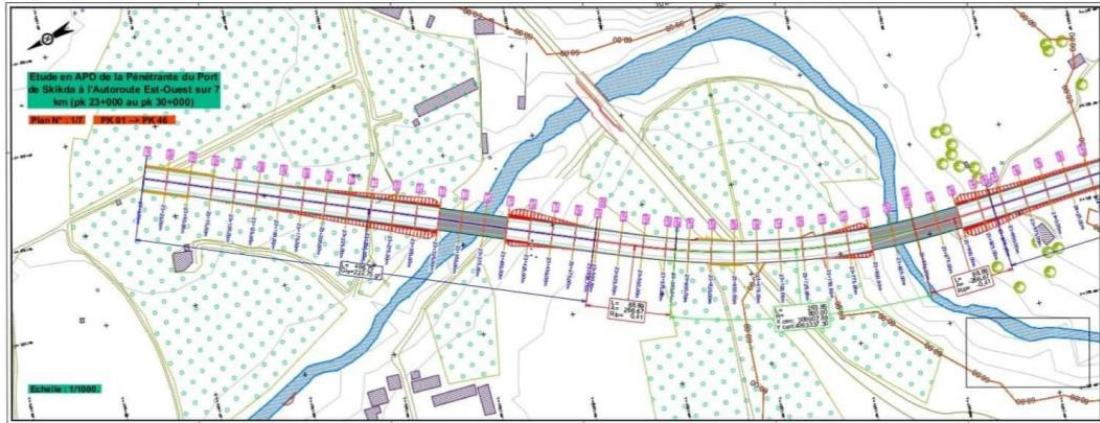
Axe : Axe en plan

Table courante : ICTAAL L2

Num.	Abscisse	Dévers		Axe Plan
		Gauche	Droite	
p01	23+000.000	2.50	-2.50	Droite 1
p02	23+025.000	2.50	-2.50	Droite 1
p03	23+050.000	2.50	-2.50	Droite 1
p04	23+075.000	2.50	-2.50	Droite 1
p05	23+100.000	2.50	-2.50	Droite 1
p06	23+125.000	2.50	-2.50	Droite 1
p07	23+150.000	2.50	-2.50	Droite 1
p08	23+175.000	2.50	-2.50	Droite 1
p09	23+200.000	2.50	-2.50	Droite 1
p10	23+225.000	2.50	-2.50	Droite 1
p11	23+250.000	2.50	-2.50	Droite 1
p12	23+275.000	2.50	-2.50	Droite 1
p13	23+300.000	2.50	-2.50	Droite 1
p14	23+325.000	2.50	-2.50	Droite 1
p15	23+350.000	2.50	-2.50	Droite 1
p16	23+375.000	2.50	-2.50	Droite 1
p17	23+400.000	2.50	-2.50	Droite 1
p18	23+425.000	2.50	-2.50	Droite 1
p19	23+450.000	2.50	-2.50	Droite 1
p20	23+475.000	2.50	-2.50	Droite 1
p21	23+496.747	2.50	-2.50	Clothoïde 1
p22	23+500.000	2.50	-2.50	Clothoïde 1
p23	23+525.000	2.50	-2.50	Clothoïde 1
p24	23+550.000	2.50	-2.50	Clothoïde 1
p25	23+575.000	2.50	-2.50	Clothoïde 1
p26	23+585.636	2.50	-2.50	Arc 1
p27	23+600.000	2.50	-2.50	Arc 1
p28	23+625.000	2.50	-2.50	Arc 1
p29	23+650.000	2.50	-2.50	Arc 1
p30	23+675.000	2.50	-2.50	Arc 1
p31	23+700.000	2.50	-2.50	Arc 1
p32	23+725.000	2.50	-2.50	Arc 1
p33	23+750.000	2.50	-2.50	Arc 1
p34	23+775.000	2.50	-2.50	Arc 1
p35	23+800.000	2.50	-2.50	Arc 1
p36	23+825.000	2.50	-2.50	Arc 1
p37	23+849.488	2.50	-2.50	Arc 1
p38	23+850.000	2.50	-2.50	Clothoïde 2
p39	23+875.000	2.50	-2.50	Clothoïde 2
p40	23+900.000	2.50	-2.50	Clothoïde 2
p41	23+924.000	2.50	-2.50	Clothoïde 2
p42	23+938.377	2.50	-2.50	Clothoïde 2
p43	23+950.000	2.50	-2.50	Droite 2
p44	23+975.000	2.50	-2.50	Droite 2
p45	24+000.000	2.50	-2.50	Droite 2
p46	24+025.000	2.50	-2.50	Droite 2
p47	24+050.000	2.50	-2.50	Droite 2
p48	24+075.000	2.50	-2.50	Droite 2
p49	24+100.000	2.50	-2.50	Droite 2
p50	24+125.000	2.50	-2.50	Droite 2

- PLAN

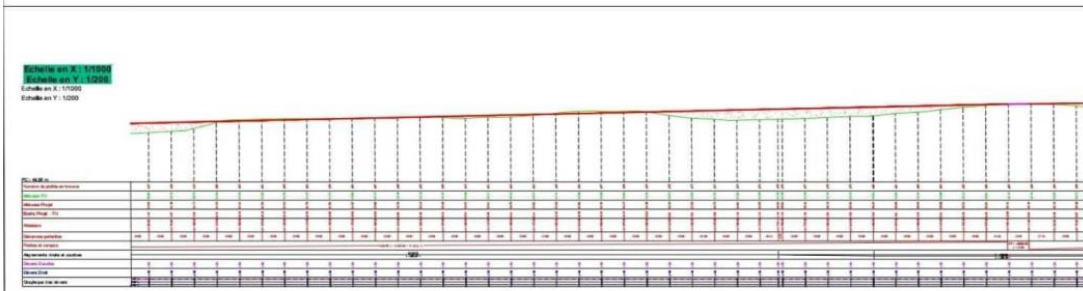
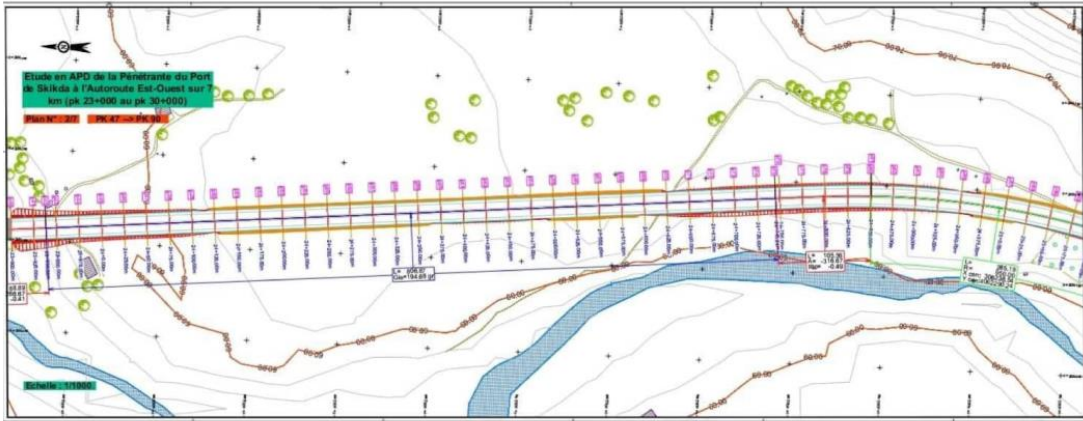
Annexe II :



LEGENDE

	Route projetée		Port projeté		Oued		Vergers		Construction		Route existante		Piste existante		Arbre
--	----------------	--	--------------	--	------	--	---------	--	--------------	--	-----------------	--	-----------------	--	-------

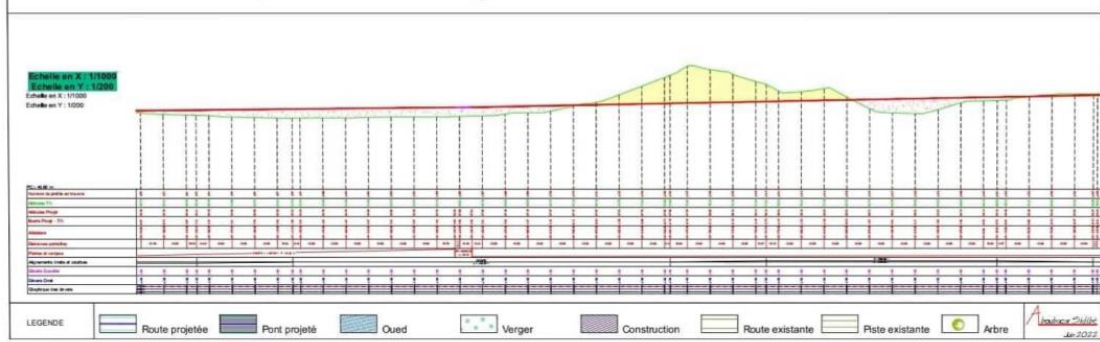
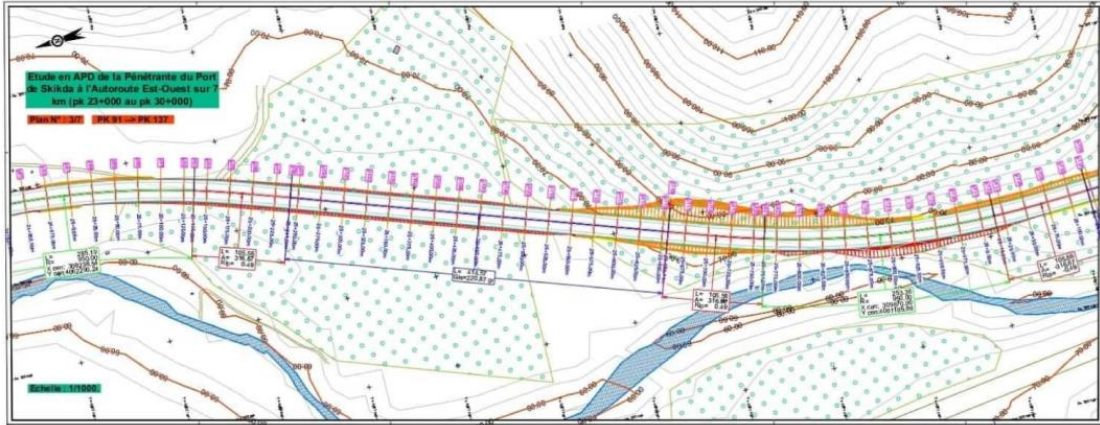
Atelier Public
Jan 2022



LEGENDE

- Route projetée
- Pont projeté
- Oued
- Arbre
- Construction
- Route existante
- Piste existante
- Verger

Logica Public
Jan 2022



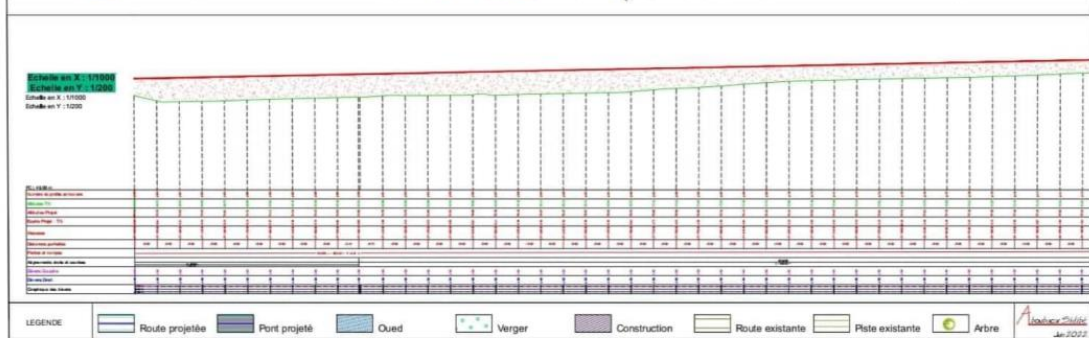
LEGENDE

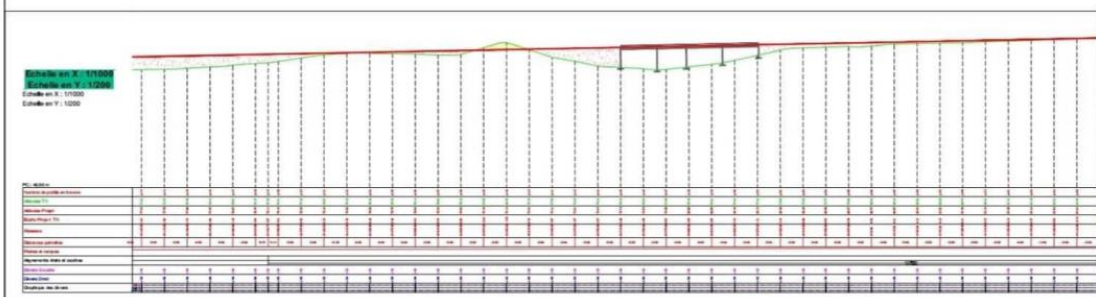
- Route projetée
- Pont projeté
- Oued
- Verger
- Construction
- Route existante
- Plote existante
- Arbre

Atout
2022

Scanné avec CamScanner



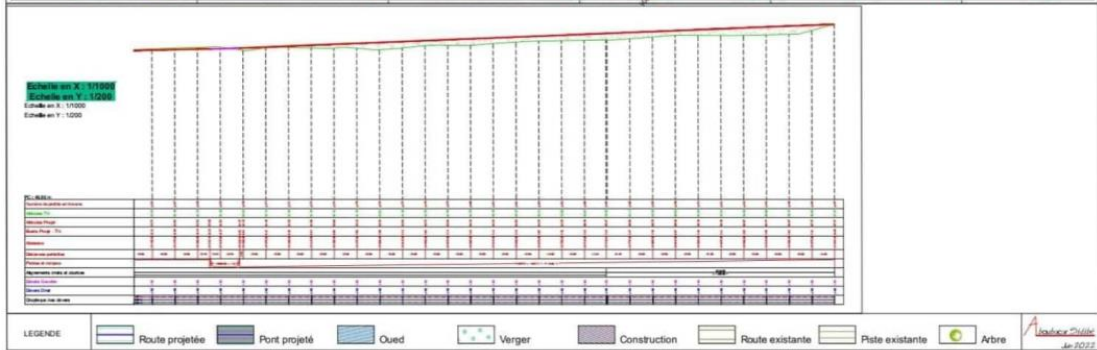




LEGENDE

	Route projetée		Pont projeté		Oued		Vergers		Construction		Route existante		Piste existante		Arbre
--	----------------	--	--------------	--	------	--	---------	--	--------------	--	-----------------	--	-----------------	--	-------

Scanné avec CamScanner



LEGENDE

- Route projetée
- Port projeté
- Oued
- Verger
- Construction
- Route existante
- Piste existante
- Arbre

Ateliers d'Architecture
Jan 2022