



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
المدرسة الوطنية للأشغال العمومية  
فرنسيس جانشون  
Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics  
National School of Built and Ground Works Engineering  
Francis Jeanson

**Mémoire**  
**Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat**  
**Filière : Travaux Publics**  
**Spécialité : Infrastructures de Base**

**Thème**

**Optimisation en APD de la pénétrante reliant le port  
de Ghazaouet (Tlemcen) à l'Autoroute Est-Ouest  
sur 13 Km**

**Présenté par :**

HASSAINE Nadjat

**Encadré par :**

M. GOUMETTRE Ahmed

**Proposé par :**

**ADA**

**Promotion 2017/2018**

## Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.*

*En second lieu, nos sincères gratitudes vont à notre encadreur*

*Mr. GOUMETTRE Ahmed , pour tous les efforts qu'il a fournis pour nous faciliter et aider à accomplir notre travail, nous le remercions pour ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible.*

*Ainsi nous nous tenons à remercier Mr :*

*M.METTAHRI Boumedienne, Ingénieur d'état en travaux publics, Chef de projet de leur disponibilité et de m'a voir acceptée tant que stagiaire au sein de la base de chinois .*

*Ainsi nous nous tenons à remercier Mr :*

*M.SEKAKA Mustapha, Ingénieur d'état en travaux publics qui, malgré son emploi du temps chargé au..., n'a pas hésité à mettre à notre profit une qualité d'enseignement irréprochable et des conseils techniques d'une très grande valeur.*

*Nous exprimons également nos remerciements aux l'Ingénieur des travaux*

*publics M.KIHILA Nabil , pour leur accueil et leurs conseils qu' nous ont bien servis.*

*Nos vifs remerciements de reconnaissance vont également adressées aux membres du jury pour l'intérêt Qu'ils ont porté à notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Enfin, nous tenons également à remercier tout le personnel administratif de l'école ainsi, nos enseignants durant toute notre formation*

## Dédicace

*Pour nous avoir permis d'être ce que nous sommes  
devenues aujourd'hui, nous remercions, en premier lieu,  
notre Dieu, le tout puissant qui nous a donné la santé, le  
courage et la patience pour mener à bien ce modeste travail.  
que je dédie à :*

*A ma très chère mère qui m'a accompagné  
durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de  
mon éducation, ces conseils m'ont permis de faire les bons  
choix de ma vie. Celui qui a répandu de la lumière sur mon  
chemin celui qui s'est donné tant de mal pour me voir en  
arriver là où je suis, celui qu'aucune ne dédicace ne saurait  
exprimer l'affection et l'amour que je lui éprouve. Je prie Dieu  
le tout puissant pour qu'il leur  
donne santé dans ce bas monde et les protège  
de tous les maux.*

*A toi cher père au guide de ma vie, qui a sacrifié sa vie  
afin de me voir grandir et réussir dans le parcours  
de l'enseignement*

*A mes chers frères : Mohammed , Aziz.*

*A ma chère cousine Yamina et à ses enfants : Housseem,  
Benamar et Ayoub, et sans oublier son cher mari,  
mon oncle Hmida, et à toute sa famille.*

*A mes adorables amies, Dalia . Assia.*

*A tous ceux qui m'aiment.*

**NADJET HASSAINE**

## ملخص

من اجل إعداد مشروع التخرج و الذى يهدف اى مشروعنا يتضمن تحسين الدراسة التفصيلية لجزء من الطريق السريع الذى يربط ميناء الغزوات (ولاية تلمسان) بالطريق السيار شرق-غرب على حوالي 13 كم. الذى تم اقتراحه من طرف الجزائرية للطرق السيارة

لإنجاز هذا العمل المتواضع، قمنا بإتباع مخطط العمل الذى يبدأ بمقدمة عامة، مراجعة ودراسة المشروع، تحليل المتغير، دراسة التحسين، مقارنة بين المتغيرات، خاتمة

الكلمات المفتاحية : الطريق السريع، مراجعة المشروع، تحليل المتغير، التحسين، المقارنة، الاميال

## Résumé

Pour ce mémoire de fin d'étude nous avons traité une étude d'optimisation d'avant-projet détaillé d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant le port de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'Autoroute-Est-Ouest sur un linéaire d'environ 13 Km, Qui est proposé par l'ADA (Algérienne Des Autoroutes).

Ce modeste travail débute par une introduction générale, examen et étude de projet, Analyse technique de la variante FHCC (First Highway Consultants Company (Bureau d'étude chinois), une étude d'optimisation, une comparaison entre les variantes, et qui se termine par une conclusion générale.

### Mots clés

Autoroute, Analyse de la variante, optimisation, comparaison.

### Abstract

For our final thesis, we studied a detailed design optimization study of a motorway section of the penetrant linking the port of Ghazaouet (wilaya of Tlemcen) to the Autoroute-Est-Ouest on a linear of about 13 Km, Which was proposed by the ADA (Algerian Highway).

This modest work starts with a general introduction, examination and project study, Technical Analysis of the FHCC variant (First Highway Consultants Company (Bureau d'étude chinois), an optimization study, a comparison between the variants, and which ends with a general conclusion

### Keywords

Highway, Variant Analysis, Optimization, Comparison.

# **Abréviations**

ADA : Algérienne des autoroutes.

SAETI : Société Algérienne d'étude d'infrastructures.

FHCC: First Highway Consultants Company (société chinoise).

RN: Route nationale.

# Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## CHAPITRE 01 : Présentation du projet et collecte des données

I. Introduction :.....	2
II. Présentation de la wilaya de Tlemcen : .....	2
II.1. Situation géographique : .....	2
II.2. Aspect administratif : .....	2
II.3. Démographie :.....	3
III. Présentation du projet :.....	3
III.1. Contexte du projet : .....	3
III.2. Localisation géographique du projet : .....	3
III.2. Zone d'influence du projet : .....	4
IV. Collecte des données .....	6
IV.1. Relief et topographie .....	6
IV.2. Etude géologique et hydrogéologique : .....	6
IV.2.1. Géologie et tectonique : .....	7
IV.2.2. Hydrogéologie :.....	7
IV.3. Contraintes géotechniques : .....	10
IV.3. Climat : .....	10

## Chapitre 02 : Examen et étude du projet

I. Introduction :.....	12
II. Description des deux variantes en APD .....	12
II.1. Variante présentée par SAETI .....	12
II.2. Variante présentée par FHCC :.....	12
III. Analyse comparative entre les deux variantes.....	13
III. Conclusion .....	13

I. Introduction .....	15
II. Analyse du tracé.....	15
II.1. Etude géométrique .....	15
II.1.1. Tracé en plan.....	15
II.1.2. Profil en long .....	15
II.1.3 Profil en travers type.....	16
II.1.4. Structures de chaussées.....	17
II.2. Observation de la variante retenue du PK 11+600 au PK 24+000.	17
II.3. Les rétablissements :.....	18
II.4. Les ouvrages d'arts .....	19
II.5. Section des grands remblais et déblais .....	20
III. Conclusion .....	20

I. Introduction .....	21
II. Objectif de l'optimisation : .....	21
III. Optimisation de tracé, Caractéristiques géométriques et norme appliquées : .....	21
III.1. Tracé en plan : .....	21
III.2. Profil en long : .....	22
III.3. Structure de la chaussée.....	22
III.3.1. Facteurs a considéré dans le dimensionnement.....	22
III.3.2. La méthode du catalogue Algérien.....	22
III.3.3. Les données climatiques.....	23
III.3.4. Le trafic.....	23
III.3.5. Calcul des déformations admissibles .....	27

III.3.6. Vérification en fatigue de la structure .....	29
III.3.7. Résultats de la simulation.....	29
III.3.8. Modélisations .....	30
III.4. Profil en travers .....	300
III.5. Section des grands déblais et des grands remblais.....	31
III.6. Ouvrages exceptionnel .....	311
III.6.1. viaduc.....	311
III.6.2. Tunnel.....	322
III.7. Assainissement .....	322
IV. conclusion.....	33

<b>Chapitre 05 :</b>	<b>Etude d'impact sur l'environnement</b>
----------------------	-------------------------------------------

I. Introduction .....	34
II. Cadre juridique.....	34
III. Objectifs.....	35
IV. Analyse de l'état initial du site et de son environnement .....	35
IV.1. La zone d'influence du projet (zone d'étude) .....	35
IV.2. Contraintes et sensibilité .....	36
IV.3. Description du milieu de notre projet.....	36
IV.3.1. Milieu physique.....	36
IV.3.2. Milieu naturel .....	39
IV.3.3. Milieu humain .....	40
IV.3.4. Agriculture .....	40
IV.3.5. Energie.....	41
V. Identification des impacts et des mesures .....	41
VI. Conclusion.....	50

I. Introduction .....	51
II. Variante proposée d'optimisation.....	51
III. Variante proposée par FHCC .....	52
IV. comparaison des deux variantes.....	53
I. Conclusion générale .....	55
Bibliographie	
Annexes	

## Liste des Figures

Figure 1.1 : Carte de limites administratives- wilaya de Tlemcen.....	2
Figure 1.2 : Localisation du projet. ....	3
Figure 1.3 : Délimitation de la zone d'influence.....	5
Figure 1.4 : Projection du tracé sur la carte géologique.....	8
Figure 1.5: Carte des grands bassins versants .....	9
Figure 1.6 : Carte hydrologique des bassins versant autour d'un tronçon du projet.....	9
Figure 2.1 : Plan synoptique détaillée de projet présenté par FHCC. .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 3.1 : Localisation des ouvrages par PK sur le tracé de la variante FHCC.....	19
Figure 4.1 : Fiche structure GB/GB pour le réseau principal RP1.....	26
Figure 4.2 : La structure de chaussée adoptée.....	26
Figure 4.3 : Résultats de la simulation à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC.....	29
Figure 5.1 : Plan synoptique du tracé. ....	34
Figure 5.2 : Carte de délimitation des communes incluses dans la zone d'étude. ....	35
Figure 5.3 : Morphologie de la zone d'étude .....	36
Figure 5.4 : Les photos d'Oued Tafna.....	37
Figure 5.5 : Réseau hydraulique de la zone d'étude. ....	38
Figure 5.6 : végétation de la zone d'étude.....	39
Figure 5.7 : Les terrains agricoles dans la zone d'étude. ....	40

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Données climatiques de la wilaya de Tlemcen. ....	10
Tableau 2.1 : Analyse comparative entre les deux variantes.....	13
Tableau 3.1 : Rayon du tracé en plan associés au l'ICTAAL. ....	15
Tableau 3.2 : Rayon du profil en long associés au l'ICTAAL (Hors catégorie L2rd). ....	15
Tableau 3.3 : Comparaison entre les paramètres géométriques du tracé et profil en long. ....	16
Tableau 3.4 : Disposition des écrans acoustiques et butté en terre dans la section étudiée. ....	18
Tableau 3.5 : Listes des rétablissements entre PK 11+600 et PK 24+000.	18
Tableau 3.6 : Position des ouvrages d'arts par PK sur la section étudié....	19
Tableau 3.7 : Section des grands déblais et remblais du PK 11+600 au PK 24+000. ....	20
Tableau 4.1 : Rayon du tracé en plan associés au l'ICTAAL. ....	22
Tableau 4.2 : Rayon du profil en long associés au l'ICTAAL.....	22
Tableau 4.3 : Choix des températures équivalentes. ....	23
Tableau 4.4 : Classe TPLi pour RP1 (Fascicule 1) ....	24
Tableau 4.5 : Valeur du coefficient d'agressivité « A » (Fascicule 2).....	25
Tableau 4.6 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux (Fascicule 2) ....	28
Tableau 4.7 : Tableau récapitulatif ( résultats de calcul des déformation)	29
Tableau 4.8 : Caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés. ....	30
Tableau 4.9. Localisation par PK des déblais et des remblais. ....	31
Tableau 4.10 : Localisation et caractéristiques de chaque ouvrage. ....	31
Tableau 4.11: Dimensionnement des viaducs ....	32
Tableau 4.12: Position des ouvrages courants par PK sur la section étudié.	33
Tableau 5.1 : Les formations forestières de la zone d'étude par PK.....	39
Tableau 5.2 : Répartition de la population par communes de la zone d'étude. ....	40
Tableau 5.3 : Identification des impacts et des mesures. ....	42
Tableau 5.4 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	43
Tableau 5.5 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	44

Tableau 5.6 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	45
Tableau 5.7 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	46
Tableau 5.8 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	47
Tableau 5.9 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	48
Tableau 5.10 : Identification des impacts et des mesures (suite).....	49
Tableau 6.1 : Devis quantitatif et estimatif de la variante proposée du PK 20+397.62 au PK 23+819.821.....	51
Tableau 6.2 : Devis quantitatif et estimatif de la variante proposée par FHCC du PK 20+397.62 au PK 23+816.002.....	52
Tableau 6.3 : Comparaison des couts et des quantités des travaux entres les deux variantes.....	53

## Introduction générale

Les pouvoirs publics viennent d'initier un vaste programme d'étude d'infrastructure au but d'assurer un meilleur maillage du réseau autoroutier national. Répondant ainsi au souci d'optimisation de ces infrastructures et assurant des liaisons rapides entre les plus grandes agglomérations du territoire national.

A terme le réseau autoroutier sera constitué de l'autoroute Est-Ouest, des rocade 1, 2,3 et 4 ainsi que de la rocade des hautes plateaux.

Dans la même continuité, le lancement de ce programme a pour but d'étudier les liaisons transversales a celles-ci (le réseau autoroutier) et assurant un même niveau de service. Ce seront des pénétrantes.

La wilaya de Tlemcen fait partie de celles qui bénéficieront de ce programme. A cet effet, la Société Algérienne d'étude d'infrastructures (SAETI) s'est chargé de l'étude d'avant-projet détaillé de la pénétrante reliant la ville portuaire de Ghazaouet à l'autoroute Est-Ouest. Par la suite le bureau d'étude chinois FHCC (First Highway Consultants Company) s'est chargé de réviser et d'optimiser la variante de l'étude APD faite par la SAETI de cette liaison autoroutière.

Donc, le présent projet sujet d'étude est « La pénétrante autoroutière Port de Ghazaouet-L' autoroute Est-Ouest », une des liaisons autoroutières dont prévoit le schéma directeur routier et autoroutier à l'horizon 2025. Cette pénétrante se situe complément dans la wilaya de Tlemcen.

Notre projet a pour but d'optimiser la variante du FHCC, pour cela de façon globale on doit regrouper les points suivants :

- Examen et étude de projet.
- Analyse technique de la variante.
- Optimisation du couloir du tracé, de profil en long et des ouvrages d'arts.
- Etude comparative entre la variante proposée par la société chinoise FHCC et la variante optimisée.

# Chapitre 01

*Présentation du projet*

**Et collecte des données**

## I. Introduction

Tout d'abord, dans le cadre de la réalisation de la nouvelle liaison autoroutière entre le Port de Ghazaouet et l'autoroute Est-Ouest plus précisément au niveau de la région de Hammam Bouhrara, la Direction Des Travaux Publics de la Wilaya de Tlemcen, a confié au bureau d'étude SAETI l'étude de cette liaison. Ensuite, l'Algérien Des Autoroutes, a confié au bureau d'étude chinois FHCC l'optimisation de cette étude en deux tranches ; du PK 0+000 au PK 11+600 et du PK 11+600 au PK 50+068.

## II. Présentation de la wilaya de Tlemcen

### II.1. Situation géographique

La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-Ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 74 Km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, avec une superficie de 9017,69 Km<sup>2</sup>. Elle est l'une des plus importantes du pays par sa position géographique.

### II.2. Aspect administratif

La wilaya de Tlemcen est composée de 20 Daïras réparties en 53 communes. Les plus importantes sont justement situées dans la zone d'influence du présent projet, à savoir : Ghazaouet, Hennaya, Fellaoucène et Nedroma.



Figure 1.1 : Carte de limites administratives (wilaya de Tlemcen).

### II.3. Démographie :

La population totale de la wilaya est de **949 135** habitants, soit une densité de **106,6** habitants/Km<sup>2</sup>.

### III. Présentation du projet :

#### III.1. Contexte du projet :

Le présent projet est une liaison autoroutière qui relie le port de Ghazaouet et l'Autoroute Est-Ouest en jouant un rôle important pour améliorer les conditions du transport des marchandises du port ainsi que stimuler l'activité économique des villes et villages traversés par ledit projet.

#### III.2. Localisation géographique du projet :

Le présent projet est divisé en deux tranches, l'exécution de la première tranche du PK 0+000 au PK 11+600 a déjà commencé. Notre étude d'optimisation concernant la deuxième tranche qui prend comme point de départ la fin de la première tranche du PK 11+600 au PK 50+068.

Le projet se trouve entre EL Khoriba et Nedroma, il est parallèle au RN98. Le linéaire entier se situe dans la wilaya de Tlemcen qui traverse trois villes importantes qui sont les suivantes :

- Ghazaouet.
- El Khoriba.
- Nedroma.

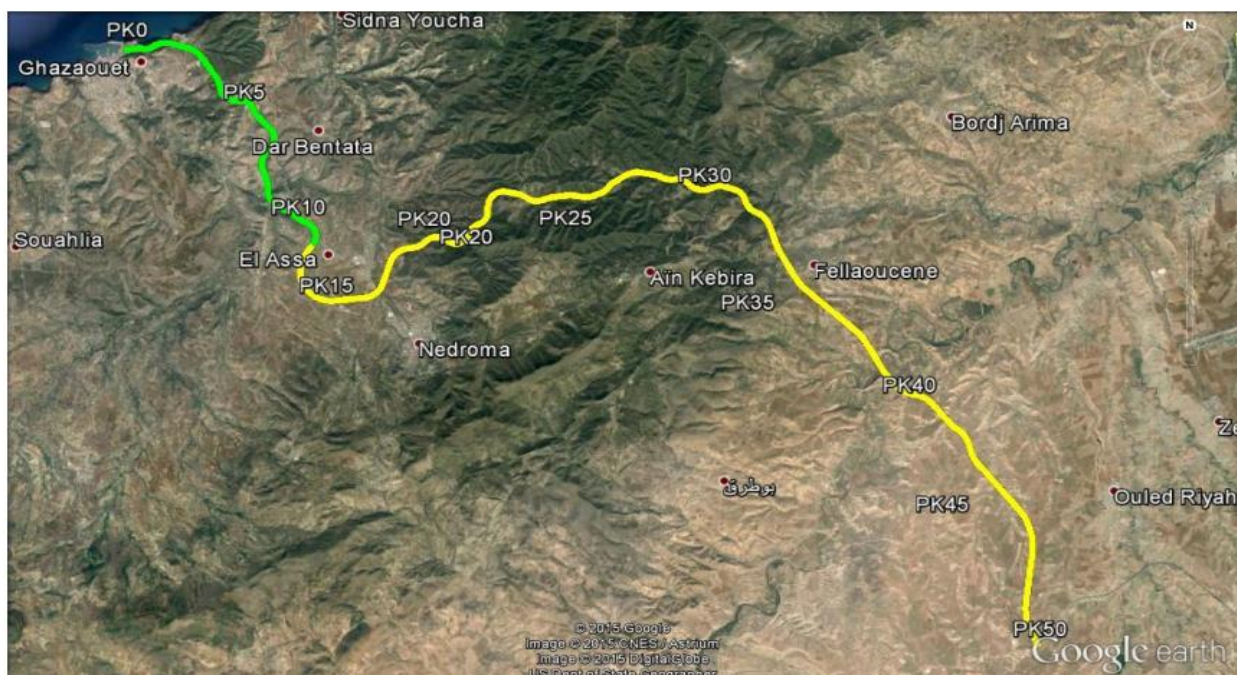


Figure 1.2 : Localisation du projet.

### III.2. Zone d'Influence du Projet :

La zone d'Influence du Projet (ZIP), regroupe le territoire géographique délimité par les infrastructures routières fonctionnelles, elle s'étend aux wilayas avoisinant la wilaya de Tlemcen à proximité de la connexion avec l'autoroute Est-Ouest.

Dans la zone d'influence du projet, la RN 98 est le principal axe routier Est-ouest qui relie Tlemcen à Ghazaouet. Entre Ghazaouet jusqu'à Hennaya, la RN 98 affiche une longueur de 59,2 Km.

Les traversées d'agglomérations sont nombreuses, de l'est à l'Ouest, les plus importantes (Ghazaouet, Hennaya, Nedroma, Fellaoucène). la RN 98 traverse notamment les localités suivantes :

- Sidi Amar.
- Dar Bentata.
- Boukio.
- Zenata.
- Hennaya.

Ces traversées d'agglomérations influent sur les temps de parcours, la sécurité et les nuisances de circulation en ville.

La zone d'influence du projet est traversée verticalement par des routes nationales telles que :

- ✓ **RN 7AA** : relie Ghazaouet à Maghnia (AEO), en passant par Souhlia.
- ✓ **RN 35** : relie Remchi à l'Autoroute est Ouest.
- ✓ **RN 99** : relie Ghazaouet à Maghnia, en passant par Nedroma.

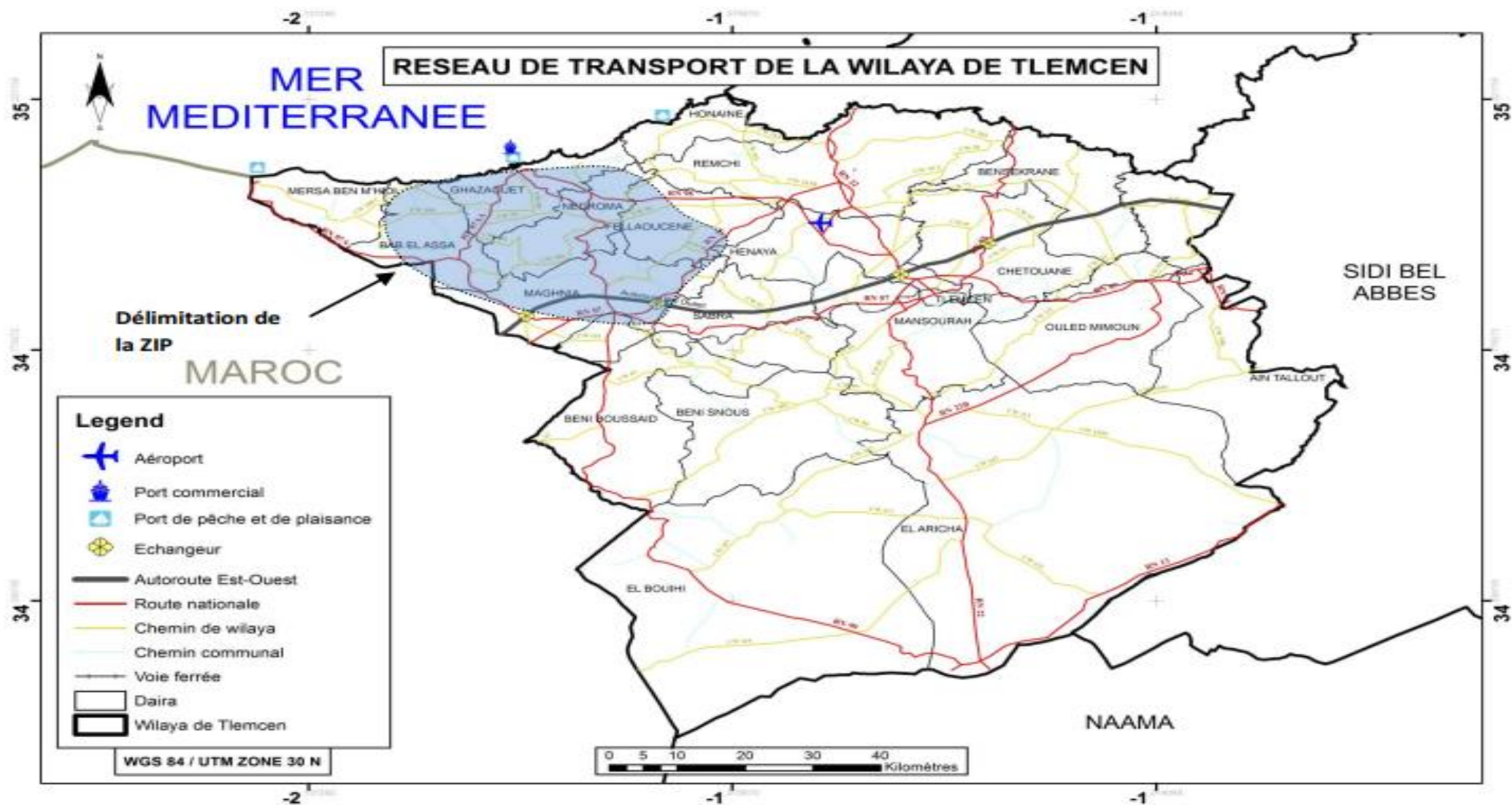


Figure 1.3 : délimitation de la zone d'influence.

## IV. Collecte des données

### IV.1. Relief

De par sa situation géographique, la wilaya de Tlemcen présente des grandes unités des paysages. Elle est composée :

Au Nord-Ouest, par une zone des Traras, constituée par une chaîne côtière de montagnes très peuplées. Les forêts sont rares et des reboisements occupent la partie centrale autour du Mont Fillaoucène.

A l'Est de la Tafna après son confluent avec l'Isser se trouvent les Monts de Sebaa Chioukh, régions des collines cultivées à faible densité de population.

Le centre de la wilaya est occupé d'Est en Ouest par une zone montagneuse boisée : les monts de Tlemcen, ces montagnes constituent à la fois une réserve forestière relativement importante avec des forêts de chêne liège, de chêne zens, de pin d'Alep et de châtaignier d'eau de l'Algérie occidentale grâce à son sous-sol constitué de grès et de dolomies calcaires.

Cette zone montagneuse et forestière représente avec ses vallées et des dépressions 28 % de la superficie de la wilaya.

Entre ces deux massifs montagneux s'étend d'ouest en Est une succession de plaines et de plateaux drainés par des cours d'eau importants prenant naissance pour la plupart dans les monts de Tlemcen.

A l'Ouest, la plaine de Maghnia est bordée au Nord par Oued Mouilah. Constituée en majorité de bons sols, cette plaine de faible altitude (400 m) protégée de l'influence marine par les Traras, bénéficie d'un climat continental aride (pluviométrie inférieure à 400 mm), mais elle dispose d'une nappe importante.

A l'Est de cette plaine une série de plateaux s'étagent entre 400 et 800 m d'altitude bordés au Nord-Ouest par la vallée de la Tafna et au Nord-Est par la vallée d'Isser et découpés par les affluents de la rive droite de la Tafna (Oued Zitoun, Oued Atchane, Oued Bou Messaoud), et de la rive gauche de l'Isser (Oued Chouly, Oued Saf Saf, Oued Sekkak, Oued Amieur), et descendant tous les monts de Tlemcen.

Ces plateaux de moins en moins arides d'Ouest en Est et ces vallées ont fourni à la wilaya de Tlemcen sa réputation de wilaya agricole.

Enfin, au Sud une zone steppique, géographiquement rattachée aux Hauts plaines occidentales.

### IV.2. Etude géologique et hydrogéologique

La liaison autoroutière entre le port de Ghazaouet et l'autoroute Est-Ouest sera réalisée sur un linéaire de 50 Km.

Le couloir du projet est d'orientation NNW-SSE, il prend son origine dans la baie de Ghazaouet, jusqu'à Hammam Bouhrara en bordure de l'oued Tafna ; en passant par Nedroma ou il amorce les Monts des Traras.

### IV.2.1. Géologie et tectonique

Sur le plan géologique, on y trouve des formations aussi bien meubles que rocheuses :

- ❖ Des alluvions quaternaires au niveau des plaines alluviales de Ghazaouet, de la vallée de Nedroma et de la plaine de Maghnia.
- ❖ Des dolomies et calcaires ; des grés, argiles et marno-calcaires du secondaire, qui forment les massifs des Traras, ainsi que les marnes Miocènes au voisinage de Hammam Bouhrara.
- ❖ Des granites à l'exemple du massif granitique de Nedroma.
- ❖ Des roches volcaniques (basaltes, rhyolites), recoupant les formations Moi-Pliocènes.

Sur le plan tectonique, la région est affectée par de grandes failles normales, dont le rejet vertical peut dépasser les 500 m.

### IV.2.2. Hydrogéologie et hydrologie

Les aquifères importants dans la wilaya de Tlemcen se rapportent à deux types :

- ✓ Les aquifères multicouches à nappe supérieure libre.
- ✓ Les aquifères profonds à nappe captive.

La wilaya de Tlemcen présente un réseau hydrographique important constitué par des Oueds et des eaux souterraines et superficielles. Cette wilaya constitue un réservoir hydrique important pour l'Ouest Algérien (Oran, Ain Temouchent, Sidi Bel Abess).

Parmi les oueds existant dans la région, on a l'oued Tafna localisé entre Maghnia et Sebdo et oued Isser au niveau d'Oueled Mimoun.



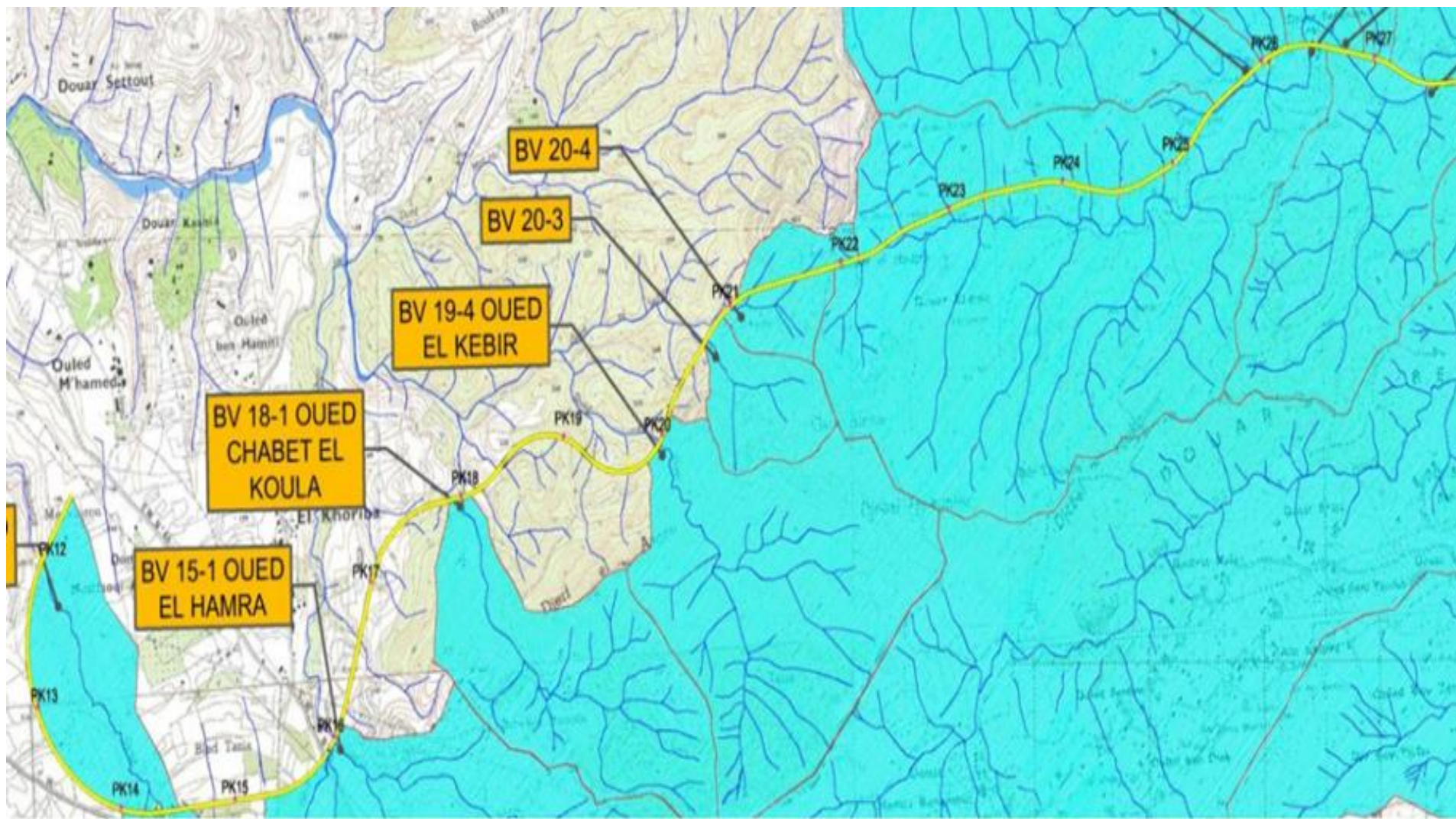


Figure 1.6 : carte hydrologique des bassins versant autour d'un tronçon du projet

### IV.3. Contraintes géotechniques :

Les contraintes géotechniques sont :

- Présence de reliefs montagneux.
- Problème d'inondation (passage de zones de reliefs aux zones de plaines).
- Présence de formations rocheuses (recours probable à l'explosif).
- Problème de stabilité (glissement en présence de terrains marneux).
- Présence de formations rocheuses fissurées.

### IV.3. Climat :

La wilaya de **Tlemcen** est caractérisée par un climat méditerranéen, repose sur l'opposition entre un hiver froid océanique ou la wilaya est ouverte aux dépressions maritimes et un été chaud et sec désertique qui provoque la remontée et le stationnement d'une chaleur persistante durant toute la saison, la pluviométrie demeure très irrégulière et varie entre **200** à **500 mm/an**.

Tableau 1.1 : les données climatiques de la wilaya de Tlemcen 2016.

Mois	Jan	Fév	mars	Avril	mai	juin	Jui	août	Sep	Oct	Nov	Déc	année
Température minimale moyenne (°C)	5	7	8	10	12	16	19	20	18	13	10	7	12
Température moyenne (°C)	10	12	13	15	18	22	25	26	24	19	15	12	17
Température maximale moyenne (°C)	15	16	18	20	23	27	31	32	30	24	20	16	23

# **Chapitre 02**

## ***Examen et étude du projet APD***

## I. Introduction :

Le présent projet consiste en la réalisation de la pénétrante reliant le port de Ghazaouet dans la wilaya de Tlemcen à l'Autoroute Est-Ouest, cette liaison a pour objectif le développement du transport maritime dans la région de l'Ouest d'Algérie, favorisant ainsi le désengorgement des ports d'Oran et Arzew, et faciliter par la même les échanges maritimes et terrestre en matière de transport des marchandises et des personnes.

## II. Description des deux variantes en APD

Dans cette étude, on a deux variantes qui sont présentées en APD, la première est proposée par le bureau d'étude SAETI, par contre la deuxième est proposée par le bureau d'étude chinois FHCC sous forme d'un APD enrichi.

### II.1. Variante présentée par SAETI

- Le tracé débute au PK 13+000, il se développe sur 41 Km.
- Le tracé est constitué des viaducs (3 viaducs de 1500 m)
- Dans ce tracé il y a des déblais important Du PK 18+000 au PK 20+000 d'une hauteur environ 50 m.
- Du Pk 19+600 au PK 30+000, Le tracé traverse les Monts des Traras par un tunnel d'une longueur de 10 Km.
- Le tracé franchit la RN 98, RN 99 et RN 35.
- Le tracé longe le dédoublement de la RN35.
- La chaussée est projeté en 2×2 voies élargissable en 2×3 voies
- les normes techniques d'aménagement appliquées sont les normes algérienne 'B40', et comparées aux normes françaises, allemandes et américaines.

### II.2. Variante présentée par FHCC :

L'ADA a confié à la société FHCC la révision de tracé du projet, celle-ci a proposée deux variantes au stade APD, l'une avec projection tunnel de longueur totale de **2.8 Km**, et l'autre sans tunnel.

Le maître d'ouvrage en l'occurrence l'ADA n'a pas jugé utile de développer la variante avec tunnel et a retenue comme solution appropriée la variante sans tunnel

#### Caractéristiques de la variante sans tunnel :

- Le tracé débute au PK 11+600, il se développe sur 38.40 Km.
- Le tracé est constitué des viaducs (5 viaducs de 1745 m).

- Un déblai important Du PK 21+900 au PK 22+0.70 d'une hauteur environ 90 m.
- Le tracé franchit la RN98 et la RN99.
- La fin de tracé est reliée à l'A-E-O sans transiter par la RN35.
- La chaussée est réalisée en **2x3**.
- les normes appliquée ICTAAL2000 pour la conception géométriques.

**III. Analyse comparative entre les deux variantes**

**Tableau 2.1 : Analyse comparative entre les deux variantes.**

Elément à prendre en compte	Critères, risques et contraintes	Variante proposée par SAETI	Variante proposée par FHCC
<b>Caractéristiques du projet</b>			
<b>-Viaduc</b>	-Longueur de l'ouvrage -Les couts -Durée des travaux	-L <sub>tunnel</sub> =10 Km, (vers El Btaim) du PK 19+600 au PK 30+000 -L <sub>viaducs</sub> = 1 500 m. (3 viaducs situées successivement au : PK 13+300 PK 14+650 PK 17+600). -Coute cher -Longue durée	-Pas de tunnel. - L <sub>viaducs</sub> = 1745 m. (5 viaducs situées successivement au : PK 15+890 PK 16+215 PK 19+942 PK 20+891 PK 22+994.090). -Coute moins cher que la 1 ère variante.
<b>Remblai</b>	-L'importance du volume des remblais	- important	- Important
<b>Déblai</b>	-Volume de déblai	- Important	- Important
<b>Pente</b>	-Pente	8%	6%
<b>Géologie</b>	-Instabilité du sol	- Risque d'instabilité.	- La stabilité des talus est vérifiée, pas beaucoup du risque d'instabilité.

**III. Conclusion**

Au de l'analyse multicritère établi par la société FHCC et les avantages procurés la révision du tracé élaboré par cette dernière, le maitre d'ouvrage à retenue et a approuvé les révisions proposées et a retenue par conséquent cette variante pour la phase étude d'exécution.



Figure 2.1 : plan synoptique des deux variantes

# Chapitre 03

## *Analyse technique du la variante FHCC*

## I. Introduction

Le but de ce chapitre est d'exposer les normes appliquées et les caractéristiques techniques retenues pour cette variante.

## II. Analyse du tracé

### II.1. Etude géométrique

Pour faire l'analyse de cette étude proposée par la société FHCC, on va présenter les caractéristiques géométriques des éléments du tracé comme suit :

#### II.1.1. Tracé en plan

- Du PK 11+600 au PK 32+000 il s'agit d'une section d'autoroute de relief très accidentés de catégorie L2rd, la vitesse maximale autorisée est de 90 Km/h.
- Les rayons en plan et divers associés utilisés d'après les normes d'ICTAAL pour une vitesse de 90 Km/h sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 3.1 : Rayon du tracé en plan associés au l'ICTAAL.**

Catégorie L2		
Rayon	Symbole	Valeur (m)
Rayon minimal	(Rm)	240
Rayon minimal non déversé	(Rnd)	650

#### II.1.2. Profil en long

Les valeurs limitées des paramètres du profil en long pour un relief très difficile de catégorie L2rd, et de vitesse de 90 Km est fixés par les normes ICTAAL sont représentés dans le tableau qui suit :

**Tableau 3.2 : Rayon du profil en long associés au l'ICTAAL**

Catégorie L2rd	
Rayon	Valeurs
Rayon minimal en angle saillant	2 700 m
Rayon minimal en angle rentrant	1 900 m

Le tableau suivant indique les valeurs des paramètres utilisés le long du tracé en plan et profil en long dans la section étudiée :

**Tableau 3.3 : comparaison entre les paramètres géométriques du tracé et profil en long.**

Désignation	PK 11+600 – PK 24+000 L2rd, 90 Km	
	Valeur donnée dans la norme	Valeur d'étude
Rayon minimal (m)	240	440
Rayon en plan prévu au fond de déclivité en pente forte sur une grande longueur (m)	650	720
Ligne droite la plus courte entre les deux courbes homonymes (m)	200	212
Pente longitudinale maximum / longueur de la pente (% / m)	6	5.6 / 1.79
Pente longitudinale minimum (%)	0.3	0.5
Rayon minimal de la courbe convexe (m)	2 700	7 000
Rayon minimal de la courbe concave (m)	1 900	6 000

### II.1.3 Profil en travers type

Le profil en travers type choisit par la société FHCC est le suivant :

- ✓ Terre-plein central (T.P.C)..... → 03,00 m.
- ✓ Chaussée (3.5×3) ×2..... → 21,00 m.
- ✓ B.A.U3×2..... → 06,00 m.
- ✓ Berme 1×2..... → 02,00 m.

**Au total : B = 32,00 m.**

### II.1.4. Structures de chaussées

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour le dimensionnement du corps de chaussée :

- ❖ Méthode CBR.
- ❖ Méthode de catalogue Algérien.

Après avoir l'analyse des statistiques, ils ont fixés les données de base suivant :

- Le pourcentage de poids lourds est de 17 %.
- Durée de service de projet : 20 ans.
- Coefficient de sens : 0.5
- Coefficient de voie : 0.8

Selon la méthode de catalogue français, les structures de chaussée obtenues sont les suivantes :

- Couche de roulement : 3.5 cm en BBMA3.
- Couche de liaison : 5 cm en BBME1.
- Couche d'assise : 19(9+10) cm en EME2.
- Couche de forme : 40 cm en GNT2.

## II.2. Observation de la variante retenue du PK 11+600 au PK 24+000

- ❖ Le tracé débute au PK 11+600 (la partie du PK 0+000 au PK 11+600 est en phase d'exécution).
- ❖ Le tracé traverse le village EL Khoriba et la commune de Nedroma en passant par le col Ouled Abdeslam sur un parcours d'environ 8 Km, ensuite il traverse la RN 98 et la RN 99 en plusieurs points.
- ❖ Projection d'un échangeur au PK 15+500.
- ❖ La section de PK 11+600 au PK 24+600 est située dans la zone des Monts des Traras ou les altitudes sont très dénivelées et se varient fréquemment.
- ❖ La section du tracé du PK 11+600 au PK 24+000 est caractérisée par l'unité de versants (unité morpho-pédologiques) avec une dominance d'un paysage montagneux à déclivité importante.
- ❖ Un aménagement des bassins de dégoutation au PK12+100 et PK16+600.
- ❖ La réalisation d'un passage à faune a été prévue au PK17+800.
- ❖ La zone du projet ne traverse ni parc naturel ni site d'intérêt biologique naturel, mais principalement des terrains agricole et des massifs forestiers montagneux avec quelque petites zone d'habitation principalement des villages mitoyens.
- ❖ Le projet traverse aussi des oueds, le plus important étant oued Tafna, les sont des petits oueds à débit relativement faible comme les affluent de l'oued BOUKIO.
- ❖ Le projet ne traverse pas des zones inondables.

- ❖ Le tracé croise des canalisations d'eau, de gaz, des lignes électriques de haute, moyenne et basse tension
  
- ❖ La réalisation des écrans acoustiques et butté en terre a été prévue pour réduire les nuisances sonores, qui sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 3.4 : la disposition des écrans acoustiques et butté en terre dans la section étudiée.**

<b>Barrières acoustiques</b>			
<b>Tronçon</b>		<b>coté</b>	<b>Type de barrière</b>
<b>PK<sub>initial</sub></b>	<b>PK<sub>final</sub></b>		
<b>PK11+400</b>	<b>PK11+450</b>	Gauche	Mur anti bruit
<b>PK11+800</b>	<b>PK11+940</b>	Gauche	Butte de terre
<b>PK12+000</b>	<b>PK15+100</b>	Droit et gauche	Mur anti bruit
<b>PK16+700</b>	<b>PK17+000</b>	Droit	Butte de terre

### **II.3. les rétablissements :**

**Tableau 3.5 : listes des rétablissements entre PK 11+600 et PK 24+000**

<b>N°</b>	<b>PK</b>	<b>Type de rétablissement</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Ouvrage désiré</b>
<b>01</b>	<b>PK16+976.52</b>	<b>CR</b>	<b>260.878</b>	<b>PS 2×28.1=56.2m</b>
<b>02</b>	<b>PK22+300.00</b>	<b>CR</b>	<b>656.345</b>	<b>PS 2×28.1=56.2m</b>

II.4. Les ouvrages d'arts

Les ouvrages d'art prévus qui franchissant ce projet (le tronçon a étudié) sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3.6 : position des ouvrages d'arts par PK sur la section étudié.

N°	Désignation	Longueur (m)	PK Centre	PK Début	PK Fin
01	V15.8	361	PK15+890,000	PK15+709,500	PK16+070,500
02	V16.2	108	PK16+215,000	PK16+160,850	PK16+269,150
03	V19.9	253	PK19+942,000	PK19+815,650	PK20+068,350
04	V20.8	911	PK20+891,000	PK20+435,600	PK21+346,400
05	V22.9	112.4	PK22+994,090	PK22+937,890	PK23+050,290



Figure 3.1 : Localisation des ouvrages par PK sur le tracé de la variante FHCC

## II.5. Section des grands remblais et déblais

Les remblais et les déblais considérés comme grands travaux de terrassements sont ceux qui possèdent une hauteur maximale supérieure à 8 m, la localisation des différentes sections ainsi que leurs hauteurs sont présentés dans le tableau ci-après :

**Tableau 3.7 : section des grands déblais et remblais du PK 11+600 au PK 24+000.**

Désignation	PK début	PK centre	PK final	Hauteur max
Déblai grand	PK11+800	PK11+850	PK11+900	16
Déblai grand	PK12+600	PK12+610	PK12+620	10
Remblai grand	PK13+350	PK13+540	PK13+750	8
Remblai grand	PK14+309	PK14+100	PK14+330	20
Remblai grand	PK17+015	PK17+135	PK17+190	16
Déblai grand	PK17+580	PK17+720	PK17+860	32
Déblai grand	PK18+840	PK19+060	PK19+190	56
Déblai grand	PK19+420	PK19+500	PK19+560	35
Déblai grand	PK19+660	PK19+780	PK19+840	32
Déblai grand	PK20+187	PK20+285	PK20+400	35
Déblai grand	PK21+479.7	PK21+320	PK21+580	48
Déblai grand	PK21+640	PK21+900	PK22+100	88
Déblai grand	PK22+681.9	PK22+550	PK22+900	30
Déblai grand	PK23+220	PK23+010	PK23+430.3	32

## III. Conclusion

L'analyse des sections des déblais révèlent des hauteurs très excessives de l'ordre 90.00 m. Au vu de la complexité technique d'exécuter les talus de cette hauteur et les complications pour mettre en place un réseau d'assainissement adéquat pour une surface très importante, aussi son cout de réalisation et d'entretien très élevé

Aussi, au vu de l'impact excessif sur les terrains a exproprié. Le maitre d'ouvrage a jugé opportun de me confier comme sujet de projet fin d'étude optimisation du tracé de PK 11+600 au PK 24+000.

A decorative border resembling a scroll, with a horizontal bar at the top and a vertical bar on the left. The top-left and bottom-left corners are curled up, and the top-right and bottom-right corners are rounded.

# **Chapitre 04**

## ***L'optimisation de l'étude***

## I. Introduction

L'optimisation de ce tronçon autoroutier se fera par l'analyse de l'étude élaborée en APD et la présentation d'éventuelles observations et recommandations sur :

- La géométrie du tracé.
- Les ouvrages d'arts.
- L'aspect environnemental.

Suite à cela nous entamerons :

- L'optimisation du projet.
- La comparaison entre les deux tracés.

## II. Objectif de l'optimisation :

Il s'agit d'optimiser ce tracé sur environ 13 Km du PK 11+600 au PK 24+000, notamment du PK 20+397.62 au PK 23+500 (zone des grands déblais) en veillant à :

- Assurer la sécurité et le confort pour les usagers dans le respect des normes autoroutières exigés par l'ICTAAL 2000.
- Minimiser l'impact sur l'environnement.
- Obtenir un cout moindre si c'est possible.

## III. Optimisation de tracé, Caractéristiques géométriques et norme appliquées :

Les caractéristiques géométriques de l'autoroute ont été définies en se basant sur : « L'Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison ICTAAL 2000 ».

### III.1. Tracé en plan :

Notre étude est réalisé sur le tronçon débutant du PK 11+600 d'environ 13 Km, ou on a gardé l'axe de tracé existant du PK 11+600 jusqu'à PK 20+397.62, et on a procédé au ripage de l'axe pour des considérations topographiques du PK 20+397.62 au PK 24+000 vers la RN98 toute en gardant la continuité du tracé.

Les éléments du tracé en plan ont été définis selon :

- La vitesse de référence(ou de base) : 90 Km/h (relief très difficile).
- La catégorie de l'autoroute proposée : L2rd.

### III.2. Profil en long :

Pour but d'optimisation de l'ancien tronçon (zone de grands déblais du PK 20+397.62 au PK 23+580) qui est constitué de deux viaducs de 911 m et 112 m respectivement, et un talus de déblai d'une hauteur de 88 m, on a défini une nouvelle ligne rouge sur la partie rippée de ce tronçon où se trouve deux viaducs du PK 20+477.62 au PK 21+397.62 sur une longueur de 900 m et du PK 22+930.62 au PK 23+052.62 de 100 m, reliant entre eux un tunnel de 500 m.

Pour respecter la continuité de la ligne rouge de tracé, on doit garder les mêmes pentes entre les tronçons non modifier et celui étudié.

Dans la ligne existante on a une pente de départ de 5.62 %, mais dans notre étude on a eu une pente max (6%) cette différence peut être rectifiée par une simple modification sur le tracé déjà existant ou bien sur terrain.

### III.3. Structure de la chaussée

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée.

#### III.3.1. Facteurs à considérer dans le dimensionnement

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants :

- La portance du sol.
- Trafic.
- Climat et environnement.

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on va utiliser la méthode de catalogue de dimensionnement Algérien.

#### III.3.2. La méthode du catalogue Algérien

Les paramètres de bases pour le dimensionnement des chaussées neuves en suivant le catalogue Algérien sont :

- Le trafic.
- La durée de vie.
- Les données climatiques.
- Le sol support de la chaussée.
- Le risque de calcul considéré et les caractéristiques des matériaux.

### III.3.3. Les données climatiques

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistante, c'est-à-dire température équivalente  $\theta_{eq}$ , en tenant compte de 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 (CCTP 2001)" le site du projet est classé en **ZONE II (Fascicule 1)**.

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

**Tableau 4.3 : Choix des températures équivalentes.**

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

### III.3.4. Le trafic

#### A. Détermination du type de réseau principal

On a les résultats suivants de pour la section Ghazaouet- Echangeur- Nedroma- AEO obtenues d'après le dimensionnement qui a été faite par FHCC :

- $TJMA_{2020} = 18\ 468$  v/j.
- $TJMA_{2040} = 37\ 289$  v/j.
- $TPL_{2020} = 1\ 182$  PL/J/Sens.

On a :

$$TJMA_{2020} = 18\ 468 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j.}$$

Donc le réseau principal est : RP1.

#### B. Détermination de la classe de trafic (TPLi)

On a :

$$TPL_{2020} = 1\ 182 \text{ PL/J/Sens.}$$

D'après le fascicule 1 de catalogue de dimensionnement Algérien on a le tableau suivant qui représente la classe de trafic :

Tableau 4.4 : Classe TPLi pour RP1 (Fascicule 1)

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j/sens	150-300	300-600	<b>600-1500</b>	1500-3000	3000-6000

Donc :

Classe de trafic est : TPL 5

### C. Le trafic cumulé de poids lourds (TCi)

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

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

$$TC_{2040} = 1\ 182 \times 365 \times \frac{(1+0.0434)^{20} - 1}{0.0434}$$

$$TC_{2040} = 13 \times 10^6 \text{ PL/Sens.}$$

### D. 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 des poids lourds par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes en fonction du réseau principal et type de matériaux et structures.

$$TCE_{2030} = 12.7 \times 10^6 \times 0.6$$

Tableau 4.5 : Valeur du coefficient d'agressivité « A » (Fascicule 2)

Niveau de réseau principal (R <sub>Pi</sub> )	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/Tuf, GB/SG	0,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BCg/GC	1

Pour notre cas, la structure type sera en matériaux traités au bitume, et d'après le tableau de « catalogue du dimensionnement algérien » le coefficient A = 0.6.

Donc :

$$TCE_{2030} = 13 \times 10^6 \times 0.6 \quad \longrightarrow \quad TCE_{2040} = 7.8 \times 10^6$$

### E. La détermination de la portance du sol-support de la chaussée

#### ➤ La classe de portance

La classe de portance du sol est en fonction de l'indice CBR (**I<sub>CBR</sub>**), dans notre présente étude l'indice CBR est égale à 4.8 % ( $I_{CBR} \approx 4.8\%$ ), donc la classe de portance du sol support de la chaussée est **S4** suivant le fascicule de dimensionnement des chaussées neuves algérien (Fascicule 1).

Notre sol nécessite une couche de forme car S4 est de mauvaise portance.

### F. Choix des structures types par niveau de réseau principal :

D'après le catalogue de dimensionnement on a les structures suivantes :

- GB/GB
- GB/GNT
- GL/GL
- BCg/GC

Pour la structure de type GB/GB on a une durée de vie de 20 ans. D'après le fascicule 3 on a la structure de chaussée suivantes :

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000		8 BB 14 GB 15 GB	8 BB 12 GB 13 GB	8 BB 11 GB 11 GB
TPL7				
3000		8 BB 12 GB 13 GB	8 BB 11 GB 11 GB	8 BB 10 GB 10 GB
TPL6				
1500		6 BB 11 GB 12 GB	6 BB 10 GB 10 GB	
TPL5				
600				

Figure 4.1 : Fiche structure GB/GB pour le réseau principal RP1.

Donc notre structure est :

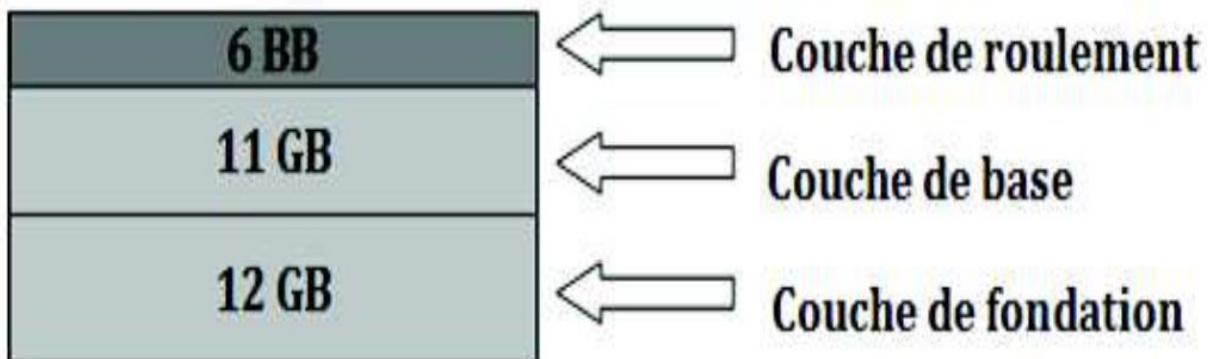


Figure 4.2 : La structure de chaussée adoptée.

➤ **Remarque :**

Et comme notre sol nécessite une couche de forme, d'après le fascicule, on surclasser le sol S4 visé à S2 et on choisit une couche de forme de 60 cm sur deux couches d'épaisseur de 30 cm en Tuf.

### III.3.5. Calcul des déformations admissibles

Pour les matériaux traités au bitume, le calcul de la déformation admissible ( $\epsilon_t$ , ad) de traction à la base des couches bitumineuses est donné par la relation suivante :

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

- $\epsilon_6(10^\circ, 25\text{ Hz})$  : Déformation limitée à 106 cycles. Avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz.
- $k_{ne}$  : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- $k_\theta$  : Facteur lié à la température.
- $k_r$  : Facteur lié au risque et aux dispersions.
- $k_c$  : Facteur lié au calage.

$$k_{ne} = \left(\frac{10^6}{TCE_i}\right)^b ; k_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} ; k_r = 10^{-tb\delta} ; \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b}Sh\right)^2}$$

Avec :

- $b$  : pente de la droite de fatigue ( $b < 0$ ).
- $E(10^\circ C)$  : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- $E(\theta_{eq})$  : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée .
- $\delta$  : La dispersion /  $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b}Sh\right)^2}$
- $SN$  : 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 adopté (r%).

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

✓ Performances mécaniques des matériaux bitumineux :

Tableau 4.6 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux (Fascicule 2)

Matériaux (MTB)	E(20°C,10HZ) (Mpa)	E(10°C,10HZ) (Mpa)		-1/b	SN	Sh (cm)	v	Kc calage
BB	4000	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3
SB	-	3000	245	7.63	0.68	2.5	0.35	1.3

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

- $\epsilon_6 = 100 \cdot 10^6$ .
- $K_{ne} = (10^6/TCEi)^b$  ;  $-1/b = 6.48 \Rightarrow b = -0.146. \Rightarrow K_{ne} = 1.34$ .
- C : coefficient égal à 0.02.
- E (10°,10Hz)=12500 Mpa
- E (20°,10Hz)=7000 Mpa.
- Risque adopté pour le réseau RP1 et la classe du trafic TPL5 : (r=10%).
- t: fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc (t=-1,282).
- La dispersion  $\delta = \sqrt{Sn^2 + (\frac{c}{b} Sh)^2}$  ; Sh=3 ; SN=0.45  $\Rightarrow \delta = 0.609$ .
- $Kc = 1.3$ .
- $Kr = 0.709$ .
- $K\theta = 1.38$ .

Donc :

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

$$\epsilon_{t,ad} = 100 \times 10^{-6} \times 1.34 \times 1.34 \times 1.3 \times 0.71 = 1.66 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon_{t,ad} = 1.66 \times 10^{-4}$$

La déformation verticale  $\epsilon_z$  calculée par le modèle Alizé-LCPC, devra être limitée à une valeur admissible  $\epsilon_{z,ad}$  qui est donnée par la relation empirique suivante :

$$\epsilon_{z,ad} = 22.10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,ad} = 5.28 \times 10^{-4}$$

### III.3.6. Vérification en fatigue de la structure

Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'Alisé-LCPC soient inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à  $\epsilon_{t.ad}$  et  $\epsilon_{z.ad}$ .

- $\epsilon_t$  : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.
- $\epsilon_z$  : étant la déformation verticale sur le sol support

### III.3.7. Résultats de la simulation

Voici les résultats de la simulation à l'aide du logiciel Alisé-LCPC :

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (‰déf)	SigmaT (MPa)	EpsZ (‰déf)	SigmaZ (MPa)
0.060	4000.0	0.350	0.000	57.7	0.429	6.5	0.657
			0.060	30.4	0.347	55.9	0.606
0.110	7000.0	0.350	0.060	30.4	0.590	15.5	0.606
			0.170	-21.1	-0.102	41.0	0.235
0.120	7000.0	0.350	0.170	-21.1	-0.102	41.0	0.235
			0.290	-95.9	-0.933	87.8	0.019
infini	50.0	0.350	0.290	-95.9	0.003	324.9	0.019

Figure 4.3 : Résultats de la simulation à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC.

Tableau 5.7 : Tableau récapitulatif

	Déformations calculées	Déformations admissibles
$\epsilon_z$ (sol support)	$3,24 \times 10^{-4}$	$5,28 \times 10^{-4}$
$\epsilon_t$ (à la base de GB)	$0,95 \times 10^{-4}$	$1,66 \times 10^{-4}$

La structure est donc vérifiée car :

$$\epsilon_t < \epsilon_{t.ad} \quad \text{et} \quad \epsilon_z < \epsilon_{z.ad}$$

III.3.8. Modélisation

Tableau 5.8 : Caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés.

		épaisseurs (cm)	Modules E(MPa)	coef.de poisson(v)
<b>C.DE ROULEMENT</b>		6BB	4000	0.35
<b>C.DE BASE</b>		11GB	7000	0.35
<b>C.DE FONDATION</b>		12 GB	7000	0.35
<b>C. DE FORME</b>	sous couche 1	30 TUF	200	0.25
	sous couche 2	30 TUF	100	0.25
<b>SOL SUPORT</b>		SOL	50	0.35

III.4. Profil en travers

Pour le tronçon optimisé, on adopte le même profil type que celle qui est proposé par FHCC :

- ✓ Terre-plein central (T.P.C)..... → 03,00 m.
- ✓ Chaussée (3.5×3) ×2..... → 21,00 m.
- ✓ B.A.U 3×2..... → 06,00 m.
- ✓ Berme 1×2..... → 02,00 m.

**Au total : B = 32,00 m.**

### III.5. Section des grands déblais et des grands remblais

Le tableau ci-dessous représente la localisation par PK des déblais et des remblais et leurs hauteurs maximales dans la zone rippée.

**Tableau 5.9. Localisation par PK des déblais et des remblais.**

Désignation	PK début	PK centre	PK final	Hauteur max (m)
Remblai	PK 21+517.62	PK 21+607.62	PK 21+697.62	9
Remblai	PK 22+497.62	PK 22+562.62	PK 22+637.62	11
Déblai	PK 22+637.62	PK 22+777.62	PK22+917.62	10
Deblai	PK 23+077.62	PK 23+157.62	PK 23+237.62	8
Remblai	PK 23+237.62	PK 23+317.62	PK 23+397.62	15
Deblai	PK 23 397.62	PK 23+437.62	PK 23+477.62	9
Deblai	PK 23+537.62	PK 23+627.62	PK 23+697.62	12
Remblai	PK 23+697.62	PK 23+758.72	PK 23+819.82	14

### III.6. Ouvrages exceptionnels

On présente ici les types d'ouvrages à concevoir pour franchir les obstacles existants (les oueds, montagne .....).

Le tableau suivant récapitule les ouvrages d'art existants avec leurs caractéristiques et leur PK correspondant :

**Tableau 5.10 : localisation et caractéristiques de chaque ouvrage.**

N° de l'ouvrage	PK <sub>centre</sub> de l'ouvrage d'art	Type de l'ouvrage	Longueur de l'ouvrage (L) (m)	Hauteur max ( $H_{max}$ ) (m)
01	PK 20+937.62	Viaduc 1	900	64.30
02	PK 22+007.62	Tunnel	500	50.92
03	PK 22+977.62	Viaduc 2	100	18.84

#### III.6.1. viaduc

##### A. Choix du type de l'ouvrage :

Notre objectif est de déterminer d'une façon primaire d'un point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les exigences de sécurité et de confort et les conditions (économiques et technique), ça n'est pas une conception profonde car le projecteur routier vise beaucoup plus le tracé.

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrages sont :

- La nature du sol.
- Le gabarit à respecter.
- Le profil en long de la chaussée.
- La portée de l'ouvrage.
- Position possible des appuis.

## B. Conception des viaducs

Pour notre cas on retient le même choix établi par le bureau d'étude chinois FHCC pour la conception des viaducs, ce qui est donné deux viaducs isostatiques en Béton précontraint par post tension (VIPP), la seule différence réside au niveau de la longueur de viaduc et le choix de nombre de travée.

**Tableau 5.11: dimensionnement des viaducs**

N° de viaduc	PK <sub>centre</sub>	dimensionnement	Hauteur max des piles (m)
<b>Viaduc 01</b>	PK 20+937.62	15 travées de 60 m de portée	<b>64</b>
<b>Viaduc 02</b>	PK 22+977.62	3 travées. travée centrale est de 60 m de portée.	12

### III.6.2. Tunnel

Dans la zone située entre PK 22+757.62 et PK 22+257.62, le tracé est traversé un terrain de hauteur maximal de 50.92 m, donc on prévoit un tunnel de 500 m de longueur.

Le tunnel est considéré comme profond ( $H > 2.5D$ ) selon TERZAGHI. Les charges dues aux terrains sont partiellement reportées par l'ouvrage, et puisque les sols traversés sont des sols cohésifs, la décompression provoquée par le creusement d'un tunnel sera moins importante. Un soutènement léger sera donc suffisant. Ce choix de soutènement engendrera un coût de construction de l'ouvrage moindre comparé aux autres types de soutènement.

### III.7. Assainissement

Ce qui concerne l'assainissement, on retient l'étude faite par FHCC. Le tableau ci-après résume la localisation des ouvrages courants.

Tableau 5.11 : position des ouvrages courants par PK sur la section étudié.

N°	Type d'ouvrage courant	PK	Dimension de l'ouvrage courant
01	Dalot	PK 21+607.62	1- 2 × 2 m×m
02	Dalot	PK 22 +562.62	1- 2 × 2 m×m
03	Dalot	PK 23 +317.62	1- 2 × 2 m× m
04	Buse	PK 23 +510.62	2- $\phi$ 1.5 mm
05	Dalot	PK 23+758.62	1- 2 × 2 m×m

#### IV. conclusion

Dans ce présent chapitre, on a fait une optimisation sur la variante proposé par le bureau d'étude chinois FHCC sur 3.4 Km tous en respectant la norme d'ICTAAL 2000.



***Chapitre 05 :***  
***Etude d'impact sur***  
***l'environnement***

## I. Introduction

La réalisation d'une construction de l'autoroute encourage le développement économique et social d'un pays d'un côté, de l'autre côté, elle exerce des impacts négatifs en long terme sur l'environnement le long du tracé.

L'étude d'impact sur l'environnement a pour objectif de mesurer les effets du projet sur l'environnement, vise à déterminer l'insertion du projet dans son environnement, et de proposer des mesures d'atténuation adéquates pour réduire, supprimer les effets nocifs et vérifier la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement.

## II. Cadre juridique

Cette étude entre dans le cadre de l'application de réglementation Algérienne telle que définie par le décret exécutif N° 07-145 du 19 Mai 2007, relatif aux études et notices d'impact sur l'environnement. Elle comprend notamment les aspects suivants :

- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement physique, biologique et humain.
- Une identification et une évaluation des impacts sur l'environnement physique, biologique et humain.
- La définition de mesures d'atténuations et de contrôle pour limiter ces impacts.

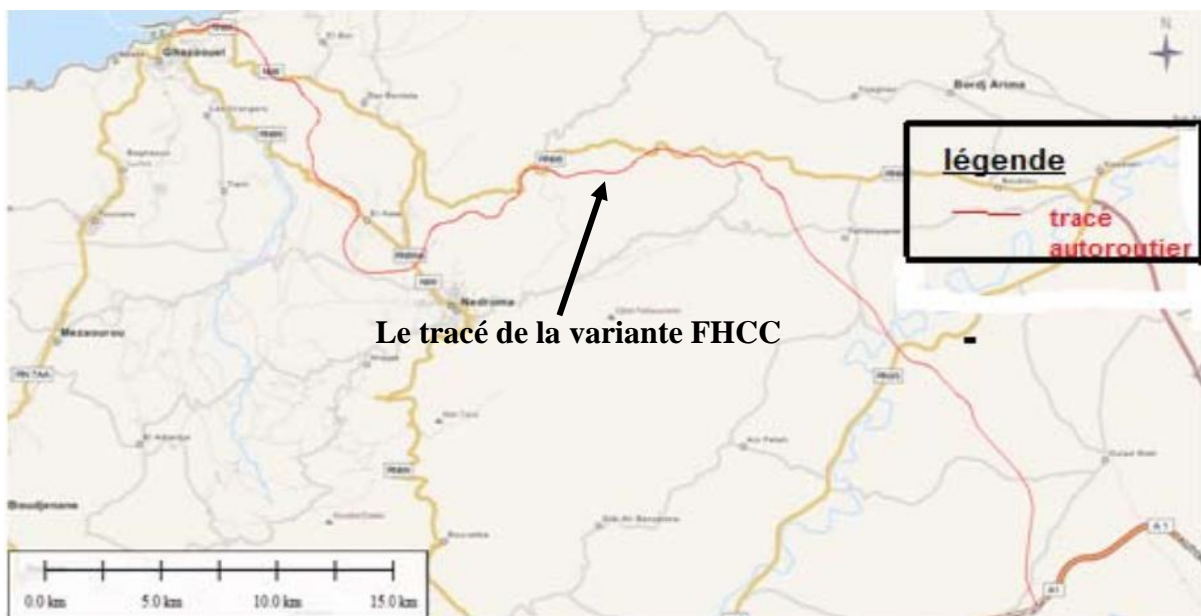


Figure 5.1 : Plan synoptique du tracé.

### III. Objectifs

Les objectifs de la présence étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

- Assurer l'intégration des contraintes et opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure.
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le paysage.
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.

### IV. Analyse de l'état initial du site et de son environnement

#### IV.1. La zone d'influence du projet (zone d'étude)

L'air inclut une zone d'influence directe et une zone d'influence étendue. Cette dernière est assimilée à la région d'étude.

Notre région d'étude s'étend sur quatre (04) communes appartenant à la wilaya de Tlemcen.

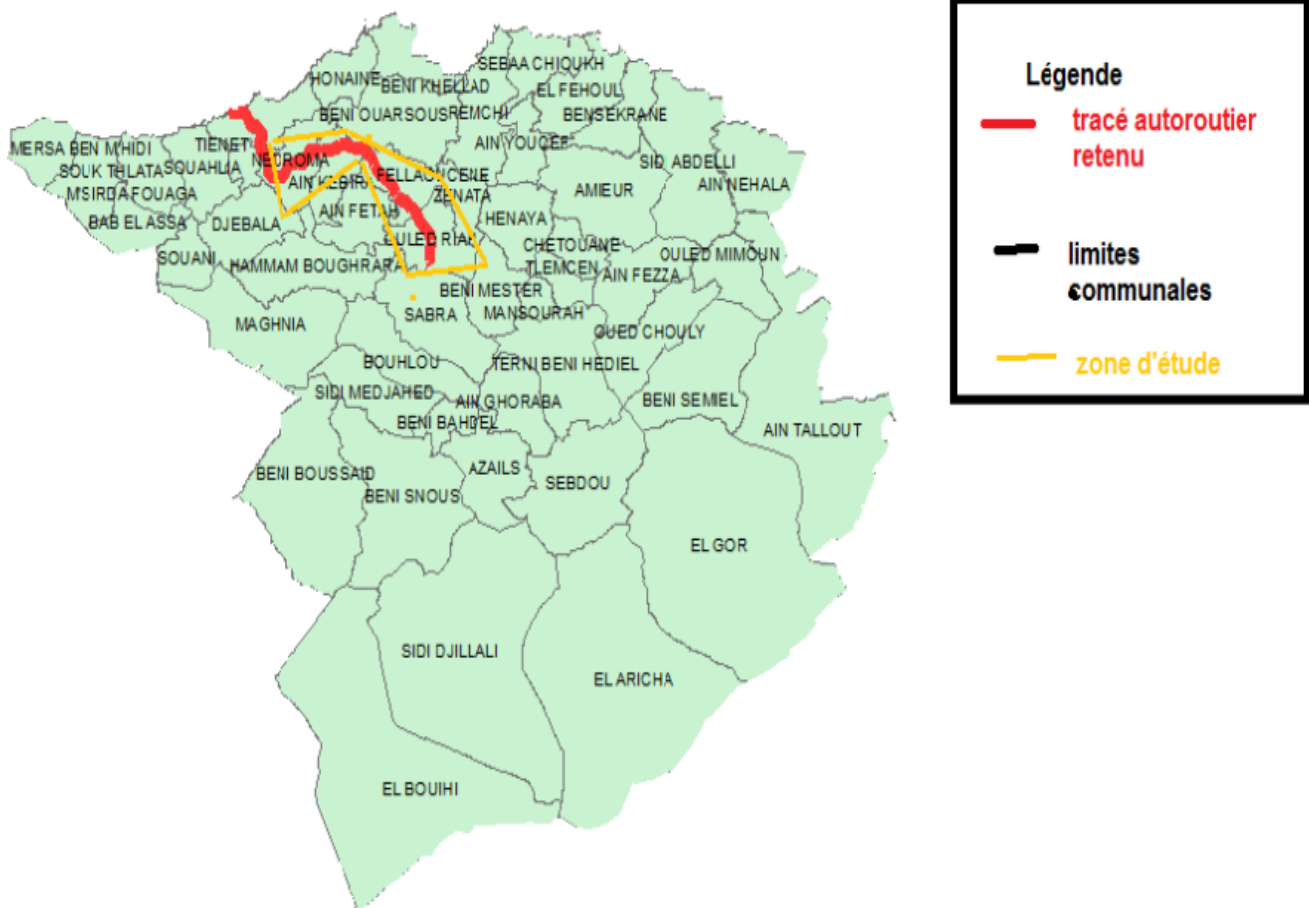


Figure 5.2 : Carte de délimitation des communes incluses dans la zone d'étude.

## IV.2. Contraintes et sensibilités

La zone d'étude traverse, perpendiculairement, la morphologie des **Monts des Traras** qui se caractérise par des piémonts juxtaposés à la mer des sommets variés, et suivie de la plaine de **Magnia**.

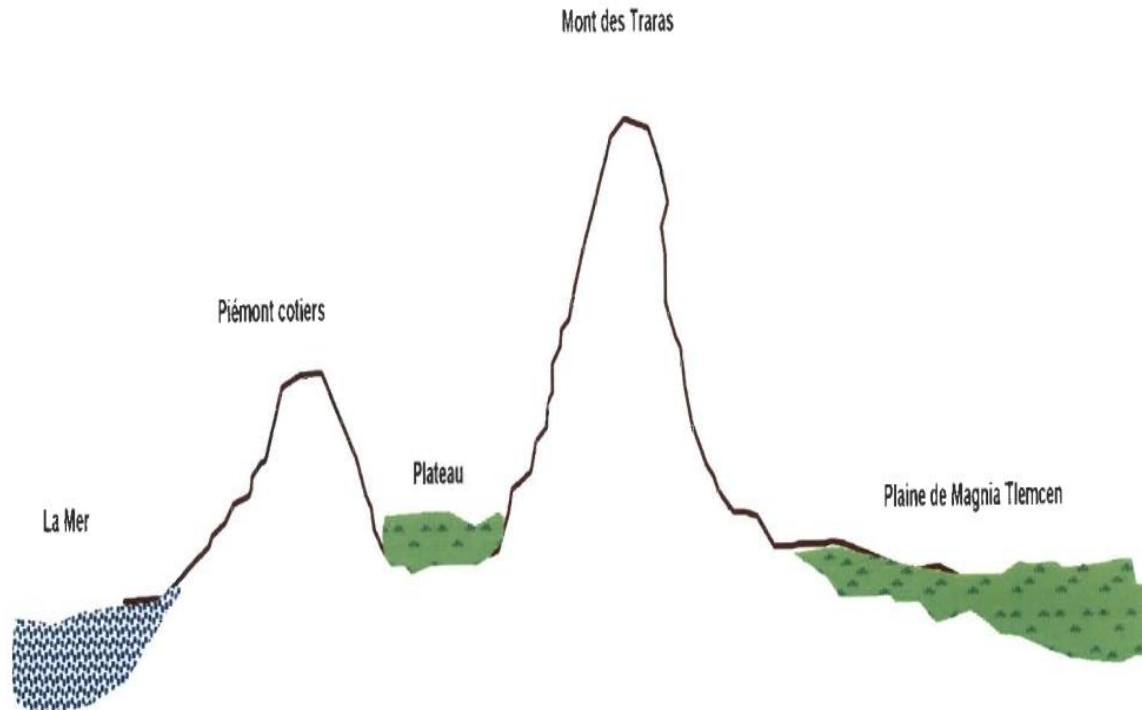


Figure 5.3 : Morphologie de la zone d'étude

## IV.3. Description du milieu de notre projet

### IV.3.1. Milieu physique

#### ➤ Climat

La zone d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen, par des étages bioclimatiques semi arides, à un hiver rude et un été sec et chaud, pas d'influence maritime. La pluviométrie demeure très irrégulière et varie entre **200 à 500 mm/an**.

#### ➤ Géologie

La zone d'étude est constituée de formations primaires et secondaires dans lesquels apparaît le petit massif granitique de **Nedroma**. Les formations primaires sont représentées par les roches volcaniques (**basalte et tuf associés**) et métamorphiques (**pegmatite et granite**), recouverts par les formations carbonatées du Jurassique supérieur et Miocène supérieur marin.

➤ **Morphologie et relief**

La zone d'étude chevauche entre la zone des montagnes et collines de l'atlas tellien et celle des bassins intérieurs (**Ouled Riah**). Les communes de cette zone présentent une topographie assez variée allant de la montagne, plateau et plaine. Le relief de la zone d'étude passe de **250 m** jusqu'à **1100 m**.

➤ **Hydrologie**

▪ **Eaux superficielles**

Le territoire national est divisé en **17** grands bassins versants. La zone d'étude appartient au bassin versant **Tafna**.



Figure 5.4 : Les photos d'Oued Tafna

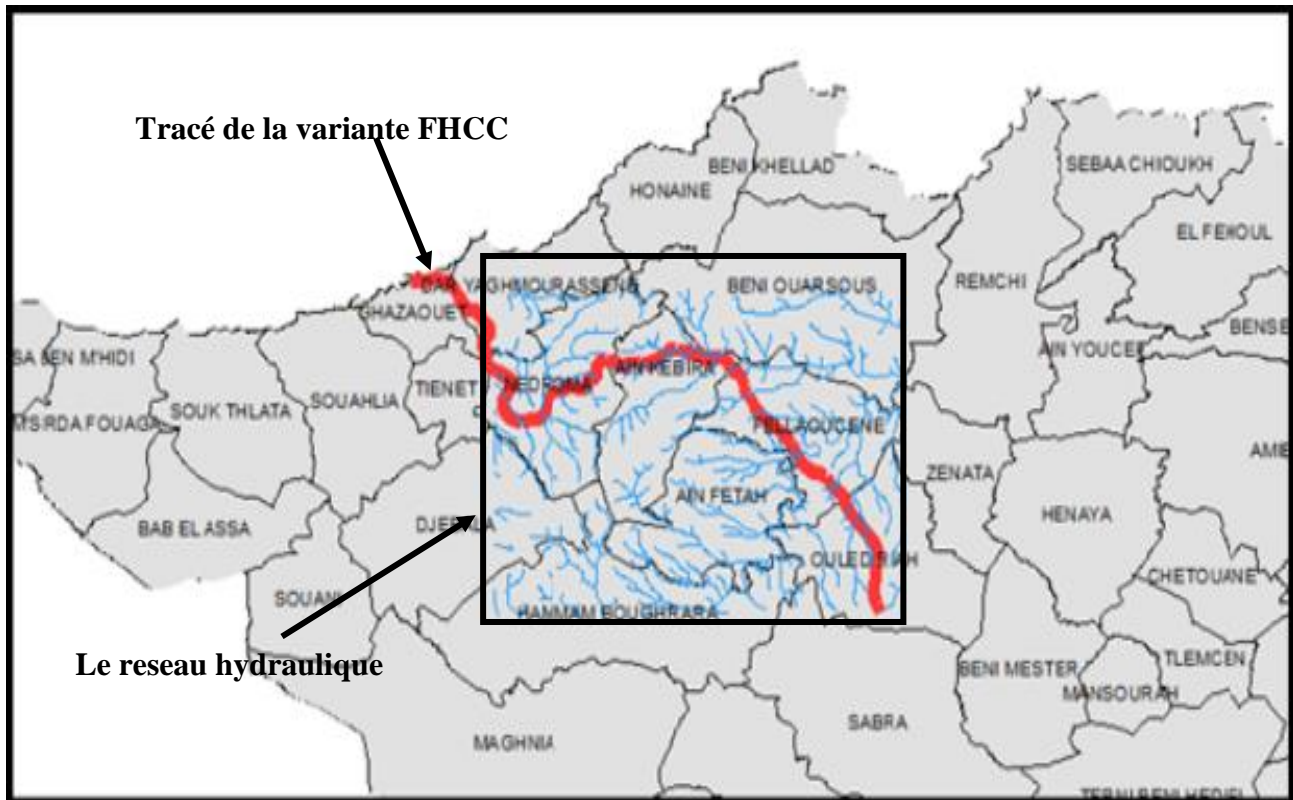


Figure 5.5 : Réseau hydraulique de la zone d'étude.

#### ▪ Eaux souterraines

L'existence des nappes phréatiques, et l'absence de champ de captage, de retenue collinaire, de barrage, de station d'épuration et lagunage, de station de relevage, de station de dessalement dans la zone d'étude.

#### ➤ Risque majeurs

- **Risque d'inondation :** La zone d'étude n'est pas confrontée aux risques d'inondation.
- **Risque sismique :** Notre zone d'étude est confrontée à un risque sismique faible.
- **Risque tempête :** Nul.
- **Risque industriel :** Nul.
- **Risque de rupture de barrage :** Nul.
- **Risque nucléaire :** Nul.
- La zone d'étude n'est pas sujette à un risque de désertification.
- Par ailleurs, la zone d'étude est confrontée aux risques de glissement de terrain et aux feux de forêts.

### IV.3.2. Milieu naturel

#### ➤ Flore

La zone d'étude est située dans sa totalité dans la sous zone « **Mont des Traras** » qui est à typologie forestière, occupant 18% du territoire de la wilaya de Tlemcen. La commune d'**Oued Riah** est incluse dans la sous zone « plaines intérieures de **Tlemcen** ».

La zone d'étude regroupe la forêt dense de Bni Menir (354 Ha), et forêt dense de Nedroma (8 838 Ha).



Figure 5.6 : végétation de la zone d'étude.

Le tracé autoroutier traverse les formations forestières de la zone d'étude selon le tableau suivant :

Tableau 5.1 : Les formations forestières de la zone d'étude par PK.

Communes	Situation PK		Etat de terrain
Nedroma	PK 17+500	PK 17+900	Maquis de Thuya
Nedroma	PK 18+000	PK 21+000	Maquis de Thuya
Nedroma	PK 18+100	PK 18+300	TPF + Maquis
Ain Kebira	PK 23+000	PK 23+600	TPF + Maquis
Ain Kebira	PK 23+600	PK 24+000	TPF + Maquis + piste

### ➤ Faune

Les animaux profitent largement de l'étendu la taille des massifs forestière. La zone d'étude ne traverse ni parc National, ni Site d'intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) naturel.

### IV.3.3. Milieu humain

Le tableau suivant représente la répartition de la population par commune et par tranche des quatre (04) communes de la zone d'étude au 31-12-2013 :

**Tableau 5.3 : Répartition de la population par communes de la zone d'étude.**

Commune	Pop 31-12-2013	Densité hab/Km <sup>2</sup>
Nedroma	33295	368
Ain Kebira	3755	74
Ouled Riah	4545	50
Fellaoucène	9517	132

### ➤ Remarque

L'impact sur le milieu humain est résumé dans le tableau qui présente une approche synthétique des impacts générés, ainsi qu'une présentation des mesures appliquées ci-dessous

### IV.3.4. Agriculture

La plus grandes parties de l'air d'étude est consacrée à l'agriculture. Elle est particulièrement importante dans la commune d'Ouled Riah.



**Figure 7.7 : Les terrains agricoles dans la zone d'étude.**

### IV.3.5. Energie

La zone d'étude est traversée par deux gazoducs de diamètres **20** et **10**. Le réseau de la fibre optique longe la **RN 98** et **RN 35** du côté gauche de l'accotement.

## V. Identification des impacts et des mesures

Le tableau ci-après présente une approche synthétique des impacts générés, ainsi qu'une présentation des mesures appliquées :

Tableau 5.4 : Identification des impacts et des mesures.

Milieu touché	Elément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
<b>Milieu Physique</b>	<b>Sols et relief</b>	<p><b>-Phase de construction :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travaux de déboisement.</li> <li>- Travaux d'excavation et de terrassement.</li> <li>- Construction de la route.</li> <li>-construction des viaducs.</li> <li>-- Construction de la chaussée et des infrastructures connexes (ex. : carrefour giratoire, échangeurs, etc.)</li> </ul> <p><b>- Phase d'exploitation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de l'autoroute et de ses infrastructures.</li> <li>- Aménagement des fossés.</li> </ul>	<b>Construction et Exploitation</b>	<p><b>Les travaux de construction</b> nécessiteront d'importants travaux d'excavation. ainsi que le relief le long du tracé sera considérablement modifié comparativement à la situation actuelle.</p>	<b>Moyenne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installer au besoin des ballots de paille ou tapisser les parois et le fond des fossés avec des matériaux granulaires stables pour contrer l'érosion des fossés.</li> <li>- Limiter au strict nécessaire le décapage, le déblayage, l'excavation, le remblayage, afin de respecter la topographie naturelle.</li> <li>- À la fin des travaux, nettoyer le site, niveler les sols remaniés et procéder rapidement à la plantation d'arbres ou d'arbustes afin de contrôler l'érosion des sols.</li> <li>- Maximiser la réutilisation des déblais excédentaires.</li> </ul>

Tableau 5.5 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
<b>Milieu Physique</b>	<b>Eaux superficielles et souterraines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viaducs sur Oueds pour le passage de l'autoroute.</li> <li>- Disposition des matériaux de déblayage</li> </ul>	<b>Construction</b>	<p>pour la machinerie. L'impact sur les eaux superficielles et souterraines comprendra essentiellement une augmentation potentielle des apports en eaux chargées en sédiments dans les cours d'eau, laquelle serait causée par une amplification des phénomènes d'érosion des sols pendant les travaux. L'étendue sera locale, car elle pourra affecter les plans d'eau situés plus en aval des zones de travaux, alors que la durée sera moyenne et limitée à la durée de la phase de construction.</p>	<b>Moyenne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lorsqu'elle n'est pas en opération, entreposer la machinerie dans une aire spécifique prévue à cette fin.</li> <li>- Maintenir les véhicules de transport et la machinerie en bon état de fonctionnement afin d'éviter les fuites d'huile, de carburant ou de tout autre polluant.</li> <li>- Interdiction de stockage de produits polluants à proximité des oueds.</li> <li>- Récupération et évacuation régulière des déchets du chantier.</li> <li>- Les pistes de chantier doivent être conçues pour ne pas entraver l'écoulement libre des oueds.</li> </ul>

Tableau 5.6 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
Milieu Physique	Qualité de l'air	-	Exploitation	<p>autoroutier entrainera un déplacement des sources d'émission des gaz d'échappement. Le retrait des camions de cette artère permettra d'améliorer la fluidité de la circulation, de réduire l'effet des gaz d'échappement émis pour les secteurs habités situés à proximité et de réduire la fréquence et la durée des périodes ponctuées par une mauvaise qualité de l'air. . En contrepartie, les secteurs bordant le tracé de la nouvelle autoroute seront affectés par l'émission de nouvelles sources de gaz d'échappement. De surcroît, les vents faciliteront la dispersion des gaz en l'absence d'obstacles (ex. : bâtiments) et aucune source significative d'émission de gaz polluants n'est présente dans le secteur situé aux abords du tracé projeté de l'autoroute, ce qui implique que la dégradation de la qualité de l'air devrait être relativement faible. Globalement, en exploitation, le projet entrainera donc un impact positif (importance moyenne) sur la qualité de l'air dans les axes de circulation actuellement empruntés par les camions</p>	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aménager des regards séparateurs d'huile et de graisse afin de limiter la pollution générée par les eaux pluviales, en captant les huiles et les sédiments, dans les portions plus sensibles (Localisation des déshuileurs : <b>Pk 16+600 ; Pk 32+200</b>).</li> <li>- Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs afin de réduire la perturbation du milieu par les gaz d'échappement, la fumée, la poussière ou toute autre nuisance.</li> <li>- Recouvrir à l'aide d'une bâche fixée solidement les camions transportant les matériaux granulaires.</li> </ul>

Tableau 5.7 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
Milieu Physique	Qualité de l'air	-	Exploitation	desservant le port de Ghazaouet, mais entrainera toutefois une légère détérioration de la qualité de l'air le long du tracé de la future autoroute (importance mineure).	Mineure	-
Milieu Biologique	végétation terrestre	-	construction	les principales sources d'impacts sur la végétation terrestre seront les travaux de déboisement et de défrichage (incluant l'emprise et les aires de chantiers – voies d'accès, zones d'entreposage, etc.) qui occasionneront des pertes de couvert végétal et la fragmentation du milieu naturel de la zone d'étude avec un risque d'incendie en cas de brulage de souches ou des déchets. Les zones du maquis forestier subiront une perte permanente du couvert forestier dans la section de l'autoroute localisée, sur une distance approximative de 14 km. La fragmentation des habitats forestiers entraînera un effet de bordure dans les habitats résiduels, un effet pouvant se manifester par des changements subtils dans le microclimat du site et entraîner des changements dans la composition de la végétation Les pertes de couvert forestier au niveau des viaducs seront minimales, mais tout de même présentes étant donné la	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avant le début des travaux, délimiter de façon claire les aires de coupe afin d'y restreindre le déboisement (emprise, zones de travail, aires d'entreposage, chemin de circulation, voies d'accès, etc.).</li> <li>- Eloigner les équipements de la végétation.</li> <li>- Ne jamais creuser de tranchée à moins d'un mètre d'un arbre.</li> <li>- Limiter l'abattage des arbustes et des arbres au strict nécessaire et conserver la végétation naturelle, dans la mesure du possible.</li> </ul>

Tableau 5.8 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
Milieu Biologique	végétation terrestre	-	Construction	<p>nécessité de construire des routes d'accès et des zones de travail pour la mise en place des piles. Toutefois, la remise en état des lieux et la position surélevée du viaduc permettront de maintenir les liens entre les habitats et de limiter les effets de bordure.</p> <p>Les travaux modifieront quelque peu la qualité et l'intégrité de ce milieu, De plus, ces zones seront affectées par les travaux sur une grande distance et dans une emprise relativement large, et les pertes et la fragmentation seront permanentes.</p> <p>Par rapport à sa superficie totale, les travaux empièteront toutefois sur une superficie importante. Durée moyenne.</p>	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Éviter d'endommager ou de blesser les arbres situés à proximité de la zone immédiate des travaux.</li> <li>- Identifier les arbres à abattre à l'aide de repères et procéder à la récupération des branches et du bois en vue de leur disposition.</li> <li>- Ne pas circuler en dehors des aires de travail et des voies d'accès.</li> <li>- Si possible, effectuer les travaux en dehors des périodes de reproduction de la faune.</li> </ul>
			Exploitation	<p>la présence de l'autoroute contribuera à maintenir et possiblement à accentuer l'effet de bordure créé lors des travaux de construction au niveau des zones de matorrals affectées. Les superficies dégradées par les travaux pourront être réhabilitées et reboisées.</p>	Mineure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protection et préservation de la faune par la réalisation de passage à faune aux endroits suivants : <b>pk 17+800 et pk 23+750.</b></li> </ul>

Tableau 5.9 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé
<b>Milieu Biologique</b>	<b>végétation terrestre</b>	-	<b>Exploitation</b>	ainsi que les fonctions écologiques associées à ce secteur demeureront, pour plusieurs années, différentes des secteurs non touchés par les travaux. Ces différences s'amenuiseront avec les années et à long terme, il est probable que ces secteurs redeviennent similaires à ce qu'ils sont actuellement. Durée longue.	<b>Mineure</b>
	<b>Faune terrestre</b>		<b>Construction</b>	Les travaux vont occasionner des pertes d'habitat permanentes et une perturbation des conditions du milieu : les deux principaux impacts du projet sur la faune terrestre. Les activités de déboisement auront pour effet de réduire les superficies de végétation naturelle actuellement présente dans la zone du projet. Pendant les travaux, un effet de fragmentation se fera également sentir. Encore, le bruit et les vibrations causés par la circulation et l'utilisation de machinerie pourraient causer un certain stress et perturber le comportement de certaines espèces.	<b>Moyenne</b>
			<b>Exploitation</b>	la présence de l'autoroute sera un obstacle permanent aux déplacements des espèces faunistiques. Les secteurs des viaducs permettront aussi à la faune de se déplacer	<b>Moyenne</b>

Tableau 5.10 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
Milieu Biologique	Faune terrestre	-	Exploitation	de part et d'autre de l'autoroute. Le bruit de la circulation automobile perturbera potentiellement certaines espèces qui devront trouver ailleurs un habitat plus tranquille. Durée Longue.	Moyenne	-
Milieu Humain	Milieu bâti et infrastructures publiques	<b>- Phase de construction :</b> - Transport et circulation. - Installation et organisation du chantier. - Déboisement et remplissage Construction des routes collectrices - construction de la route et du pont. <b>-Phase d'exploitation :</b> - Acquisition. -Présence et utilisation de l'infrastructure. - Transport et circulation.	construction	La majeure partie du tracé sera construite dans des secteurs où le milieu bâti n'est que faiblement implanté. En effet, le site sur lequel sera construit l'ensemble du tronçon situé dans la zone montagneuse. Aucun impact sur le milieu bâti et les infrastructures publiques n'est donc appréhendé, tant en phase de construction qu'en phase d'exploitation. Le tracé sélectionné ne nécessitera donc aucune démolition.	Mineure	- Préalablement aux travaux et selon un délai suffisant, aviser la population de la date de début des travaux. - Prévoir la mise en place d'une signalisation routière adaptée informant les usagers de la route des travaux en cours et, au besoin prévoir et afficher des trajets alternatifs. - Établir l'horaire de travail de façon à réaliser les travaux bruyants uniquement durant le jour (7h00 à 19h00). - Arrêter les moteurs des équipements électriques ou mécaniques non utilisés, incluant également les
			Exploitation	le projet ne devrait entraîner <b>aucun impact</b> sur le milieu bâti et les infrastructures publiques.	-	
	Construction		L'impact du projet sur le milieu agricole est grand. Les travaux d'excavation de la tranchée à cet endroit entraîneront la destruction temporaire d'une partie significative de la plantation et des pertes économiques pour les exploitants.	Majeure		

Tableau 5.11 : Identification des impacts et des mesures (suite).

Milieu touché	Élément touché	Source d'impact	Phase du projet concerné	Description de l'impact	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation
<b>Milieu Humain</b>	<b>Milieu agricole</b>	-	<b>Exploitation</b>	Lors de cette phase, les principaux impacts seront :les risques de coupure des pistes et chemins d'accès aux parcelles cultivées ainsi que la coupure des réseaux d'irrigation.	<b>Moyenne</b>	camions en attente d'un chargement afin de réduire la perturbation du milieu par le bruit. - Réalisation de murs acoustique (anti bruit) et buttes de terre (aux endroits du : <b>Pk 12+000 au Pk 15+100; Pk 16+700 au Pk 17+000 ; Pk 33+100 au Pk 33+500</b> ).
	<b>Réseaux et servitudes</b>		<b>construction</b>	Le tracé du projet intercepte le réseau de gaz.	<b>Majeure</b>	- Choisir les lieux d'installation de la centrale d'enrobage loin des zones d'habitation et d'exploitation.

## VI. Conclusion

L'infrastructure génère un certain nombre d'impacts sur les composantes environnementales de la région traversée. Ces conséquences sont évitées, réduites ou encore compensées par un ensemble de mesures et dispositions indiquées dans la présente **EIE**.

Les mesures prises sont considérées comme étant la réponse aux préoccupations environnementales par rapport aux sensibilités et contraintes identifiées de la région traversée par l'infrastructure projetée

A decorative border resembling a scroll, with a horizontal bar at the top and two curved ends on the left side, one at the top and one at the bottom.

# Chapitre 06

## *Comparaison des variantes*

## I. Introduction

Le présent chapitre concerne la limitation seulement à une étude comparative entre les couts et des quantités des principaux travaux de réalisations des deux tracés sans tenir compte des compensations aux préjudices causés à l'environnement pour le 2 iémé tranche sur un linéaire du PK 20+397.62 au PK 23+816.

## II. Variante proposée d'optimisation

**Tableau 5.1 : Devis quantitatif et estimatif de la variante proposée du PK 20+397.62 au PK 23+819.821**

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1	Expropriation de Terrain	m <sup>2</sup>	139 500	3 000	418 500 000
<b>Total 1</b>					<b>418 500 000</b>
2	<b>Terrassement</b>				
2.1	Déblai mis en dépôt	m <sup>3</sup>	289 501	1 000	289 501 000
2.2	Déblai mise en remblai	m <sup>3</sup>	193 000	1 000	193 000 000
2.3	Remblai	m <sup>3</sup>	93 344	1 200	106 150 220
<b>Total 2</b>					<b>588 651 220</b>
3	<b>Corps de chaussée</b>				
3.1	Couche de forme (60 cm Tuff)	m <sup>3</sup>	72 834	1 500	109 251 000
3.2	Couche de fondation (GB 2,3 t/m3)	T	13 887	5 000	69 435 000
3.3	Couche de base (GB 2,3 t/m3)	T	12 519	5 000	62 595 000
3.4	Couche de roulement (BB 2,4 t/m3)	T	7 038	7 000	49 266 000
<b>Total 3</b>					<b>290 547 000</b>
<b>Total (Lot route)</b>					<b>1 297 698 220</b>
4	<b>Ouvrages exceptionnel</b>				
4.1	Ouvrages d'art (Viaducs)	m <sup>2</sup>	30 500	300 000	9 150 000 000
4.2	Ouvrage d'art (Tunnel)	ml	500	4 800 000	2 400 000 000
<b>Total (Lot ouvrage d'art)</b>					<b>11 550 000 000</b>
<b>Total</b>					<b>12 847 698 220</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>2 441 062 662</b>
<b>Total général (TCC)</b>					<b>15 288 760 882</b>
<b>4 496 694 377 DA/Km</b>					

## III. Variante proposée par FHCC

Tableau 5.2 : Devis quantitatif et estimatif de la variante proposée par FHCC du PK 20+397.62 au PK 23+816.002.

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1	Terrain	m <sup>2</sup>	299 690	3 000	899 070 000
<b>Total 1</b>					<b>899 070 000</b>
2	<b>Terrassement</b>				
2.1	Déblai	m <sup>3</sup>	7 319 602	1 000	7 319 602 000
2.2	Déblai mise en remblai	m <sup>3</sup>	280 900	1 000	280 900 000
<b>Total 2</b>					<b>7 600 502 000</b>
3	<b>Corps de chaussée</b>				
3.1	Couche de forme (40 cm GNT A)	m <sup>3</sup>	25 667	2 600	66 734 200
3.2	Couche d'assise (EME 2) (2.4 t/ m <sup>3</sup> )	T	29 260	7 700	225 302 000
3.3	Couche de liaison (BBME1)(2.35 t/ m <sup>3</sup> )	T	7 540	8 050	60 697 000
3.4	Couche de roulement (BBMA3) (2.35 t/m <sup>3</sup> )	T	5 278	8 200	43 279 600
<b>Total 3</b>					<b>396 012 800</b>
<b>Total (Lot Route)</b>					<b>8 895 548 800</b>
4	<b>Ouvrages exceptionnel</b>				
4.1	Ouvrages d'art (Viaducs)	m <sup>2</sup>	31 201.5	300 000	9 360 450 000
4.2	Ouvrage d'art (Tunnel)	ml	00.00	/	00.00
<b>Total (Lot ouvrages d'art)</b>					<b>9 360 450 000</b>
<b>Total</b>					<b>18 256 034 800</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>3 468 646 612</b>
<b>Total général (TCC)</b>					<b>21 724 681 412</b>
<b>6 389 612 180 DA/Km</b>					

## IV. comparaison des deux variantes

Tableau 6.1 : comparaison des couts et des quantités des travaux entres les deux variantes.

	Variante proposée	Variante proposée par FHCC
	Montant (DA)	Montant (DA)
<b>Lot route</b>	<b>1 297 698 220</b>	<b>8 895 548 800</b>
<b>Lot ouvrages d'art</b>		
<b>Viaduc (m<sup>2</sup>)</b>	9 150 000 000	9 360 450 000
<b>Tunnel (ml)</b>	2 400 000 000	/
<b>Total</b>	<b>15 288 760 882</b>	<b>21 724 681 412</b>

<b>Montant variante initiale – Montant variante optimisée</b>	<b>6 435 920 530 DA</b>
---------------------------------------------------------------	-------------------------

Le cout représenté dans les tableaux précédents ne concerne que la zone rippée (PK 20+397.62 au PK 23+816) dans le 2 ieme tranche du tracé du pénétrante de reliant le port de Ghazaouet à l'autoroute A-E-O, tandis que la zone du PK 11+600 au PK 20+397.62 n'a pas fait l'objet d'un quelconque changement vue qu'elle ne peut être optimisée.

## ➤ Taux d'optimisation

Le taux d'optimisation c'est un RATIO donnée en pourcentage qui nous permettra d'estimer ou bien d'évaluer le surplus de cout procréé par l'optimisation du projet.

La ration peut être calculé par la formule suivante :

$$\tau = \left[ 1 - \frac{\text{Cout de la variante optimisée}}{\text{Cout initial(variante initiale)}} \right] \times 100$$

On a :

Le cout du projet associé à la variante initiale : **21 724 681 412 DA.**

Le cout du projet associé à la variante optimisée : **15 288 760 882 DA.**

Donc :

$$\mathcal{T} = \left[ 1 - \frac{15\,288\,760\,882}{21\,724\,681\,412} \right] \times 100$$

$$\mathcal{T} = 29.62 \text{ \%}.$$

### ➤ **Commentaire**

Le taux d'optimisation trouvé est de l'ordre de 29.62 %, ce qui nous donne un gain sur le cout de la variante initiale.

### **V. Conclusion**

L'étude d'optimisation recherchée dans le tronçon autoroutier de la pénétrante reliant le port de Ghazaouet et l'A-E-O nous a permis de réaliser un gain économique par rapport au cout du projet projeté par la société chinoise FHCC (de l'ordre de 29.62 %) tout en respectant, les normes de sécurité et les caractéristiques géométriques de l'autoroute.

A decorative border resembling a scroll, with rounded corners and a small loop at the top-left and bottom-left corners.

## ***Conclusion générale***

# Conclusion générale

L'optimisation proposée dans le cadre de mon projet de fin d'étude a permis de dégager un gain sur les couts des travaux de 29.62 % et ceci sans tenir compte des couts de réalisation des réseaux d'assainissement très onéreux à mettre en place pour les déblais atteignant à 90.00 m, ainsi que des couts d'entretien périodiques et saisonniers.

La variante optimisée avec réalisation d'un tunnel présente les avantages techniques suivants :

- Suppression de la section de grandes hauteurs de déblais (90.00 m), notamment pour les sols rencontrés de formation hétérogène, médiocre et instable.
- Réduire les couts d'entretiens liés aux ravinements et aux éboulements de terrain.
- Une bonne intégration du projet au site naturel.
- Respect des règles d'environnement et de préservation de la nature notamment par la suppression des travaux de déblais (7 000 000 m<sup>3</sup>) à excaver et mettre en dépôt.
- Limiter des surcouts liés à l'expropriation de terrain.

Enfin, Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation. Aussi, il m'a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier. C'est une occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics



# ***Bibliographie***

## Références bibliographiques

- Cours de route ENSTP 2ème et 3ème année.
- Cours de route
- A.GOUMETTRE, F. KALLI Manuel de projets de routes.
- Cours de dimensionnement des chaussées ENSTP 2ème année.
- Cours de géotechnique routière ENSTP 2ème année.
- ICTAAL 2000 : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves «CTTP».
- Aide-mémoire Routes
- Les plans du tracé présentés par SAETI et FHCC.
- Document de l'étude hydraulique. établit par FHCC.
- Document de l'étude de trafic établi par FHCC
- Document de dimensionnement du corps de la chaussée établit par FHCC.
- Rapport d'étude géotechnique établit par FHCC.



# **Annexes**

# **Annexes 01**

## **Annexes au chapitre 03**

## I. Reconnaissance géotechnique

Le programme géotechnique a été établi pour l'étude géotechnique compte tenu de la stabilité et l'économie en déterminant les valeurs représentatives concernant les caractéristiques géotechniques, les formations géologiques et les états des couches de sols le long du tracé défini en phase d'APD en se basant sur la variante retenue.

Les essais réalisés dans le cadre de la présente étude APD sont :

- ✓ Les essais in-situ.
- ✓ Les essais au laboratoire.

D'après l'étude qui a été faite par **FHCC**, on obtient les résultats suivant pour la section de **PK 11+600** au **PK 24+000** :

### I.1. Résultats des essais IN-Situ

**Tableau 3.1** : Résultats de puits de reconnaissance.

Puits N°	PK	Profondeur (m)	Description
PT-01	18+402	0,00~1,00	Grès : brique, structure sableuse, altération forte, roche dure.

**Tableau 3.2** : résultats des sondages carottés.

N°	PK	Profondeur (m)	Description
SC 01	PK11+800	0,00-5,00	Tuf calcaire
		5,00-8,00	Sable argileux
		8,00-15,00	Argile peu plastique
SC 02	PK17+200	0,00-0,80	Limon
		0,80-15,0	Argile très plastique
SC 03	PK20+300	0,00-10,0	Conglomérats fortement altéré
		10,0-28,0	Conglomérats faible altéré
SC 04	PK21+500	0,00-35,0	Basalte
SC 05	PK21+900	0,00-2,00	Remblai artificiel
		2,00-5,60	Grès faiblement altéré
		5,60-41,0	Argilite
		41,0-60,0	Schiste fracturé faiblement altérée
		60,0-84,0	Schiste faiblement altérée
SC 06	PK22+700	0,00-1,50	Gros sable argileux
		1,50-14,0	Schiste fortement altérée
		14,0-34,0	Schiste faiblement altérée
SC 07	PK23+400	0,00-6,00	Schiste fortement altérée
		6,00-17,4	Grès fortement altéré
		17,4-21,0	Schiste faiblement altérée

## I.2. Résultats des essais au laboratoire

## A. Sondages carottés

Tableau 3.3 : résultats des essais physiques sur sondages carottés.

SC N°	PK	Prof. (m)	Propriétés physique			Limites d'Atterberg			Granulométrie (%)							GTR
			WN (%)	$\gamma_{humide}$ (kn/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sèche}$ (kn/m <sup>3</sup> )	WL (%)	WP (%)	IP (%)	50 mm (%)	20 mm (%)	2.0 mm (%)	0.2 mm (%)	0.08 mm (%)	0.02 mm (%)	0.002 mm (%)	
SC 01	11+800	7	16.70	1.90	2.74	46.40	23.27	23.13	100	100	86.3	48.6	39.5	14.7	7	A2s
		10	28	1.78	2.75	60.68	27.75	32.93	100	100	100	90.6	88.0	72.0	34.5	A3h
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le sondage est caractérisé par des argiles légèrement humides.</li> <li>- les valeurs de <math>\gamma_h</math> indiquent un mauvais sol.</li> <li>- <math>I_p</math> indique une argile plastique.</li> </ul>																
SC 02	17+200	4	15.20	1.89	2.75	67.77	29.80	37.97	100	100	84.7	60.4	50.6	24.6	16.0	A3h
		12	39.20	1.77	2.75	69.75	32.24	37.51	100	100	99.3	81.7	75.8	55.8	28.6	A3h
<ul style="list-style-type: none"> <li>- le sondage est caractérisé par des argiles légèrement humide à humide en profondeur.</li> <li>- <math>\gamma_h</math> indique un mauvais sol.</li> <li>- L'analyse granulométrique indique un sol fin.</li> </ul>																
SC 03	20+300	2	-	-	-	27.08	15.96	11.12	100	60.5	31.8	19.6	16.7	-	-	B5
		7	-	-	-	34.47	18.00	16.47	100	84.4	56.6	34.5	27.9	10.9	3.8	B6
<ul style="list-style-type: none"> <li>- le sondage est caractérisé par des conglomérats altérés à faiblement altéré en profondeur.</li> <li>- <math>I_p</math> indique un sol peu plastique.</li> <li>- l'analyse granulométrique indique un sol sableux à sable graveleux avec des fines.</li> </ul>																
SC 04	22+700	1	-	-	-	46.92	23.35	23.57	100	100	58.6	40.4	37.0	28.1	14.4	A2
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- le sondage est caractérisé par un schiste, altérés à faiblement altérés en profondeur.</li> <li>- <math>I_p</math> indique un échantillon de sable argileux de surface et un sol plastique.</li> <li>- L'analyse granulométrique indique un sil fin.</li> </ul>														

**B. Essais œdométriques :****Tableau 3.4 :** Résultats des essais œdométriques.

SC N°	PK	Prof. (m)	Lithologie	Pc (Kpa)	Cc	Cg
SC 01	11+800	12	Argile limoneuse	420	0.168	0.059
		15		83	0.187	0.042
		15		115	0.162	0.047
SC 02	12+600	12	Argile limoneuse	80	0.180	0.066
		16		130	0.186	0.056
		18		82	0.153	0.037
SC 03	13+500	6	Argile sableuse	37	0.195	0.037
		10		105	0.135	0.031
SC 04	14+300	14	Argile sableuse	260	0.173	0.029
SC 05	17+150	4	Argile limoneuse	140	0.183	0.029
		12		300	0.237	0.021

**C. Essai cisaillement direct****Tableau 3.5 :** Résultats d'essai cisaillement direct.

SC N°	PK	Prof. (m)	Lithologie	C <sub>uu</sub> (Kpa)	φ <sub>uu</sub> (Kpa)	C <sub>cd</sub> (Kpa)	φ <sub>cd</sub> (Kpa)
SC 01	11+800	7	Sable argileux	61	17.4	28	20.9
		10	Argile limoneuse	66	15	34	17.8
		18		89	17	32	22.1
SC 02	12+600	6	Argile limoneuse	-	-	22	18.6
		16		82	26.8	16	28.2
		18		-	-	37	22.5
SC 03	13+500	6	Argile sableuse	32	13.3	-	-
		7		-	-	56	17.6
SC 04	14+300	14	Argile sableuse	75	18.2	56	21.3
SC 05	17+150	4	Argile sableuse	-	-	47	18.8

### I.3. Classification des matériaux des déblais

**Tableau 3.6** : Classification des matériaux des déblais

Désignation	PK centre	Prof. (m)	Matériaux	Classe GTR	Hauteur Max
Déblai grand	11+800	18	Argile sableuse	A2s/A3ts	16
Déblai grand	12+600	18	Argile sableuse	A2s/A3m	10
Déblai grand	17+720	33	Grés dur	R4	32
Déblai grand	19+060	60	Grés dur	R4	56
Déblai grand	19+500	1.8	Grés altéré	B6	35
		34	Grés dur	R4	
Déblai grand	19+780	39	Schiste rocheux dur	R3	32
Déblai grand	20+285	28	Graves et cailloux anguleux à matrice argileuse	B5/B6	35
Déblai grand	21+479.7	35	Basalte dur	R6	48
Déblai grand	21+900	5	Grés dur	R4/R3	88
		41	Argilite dure		
		84	Schiste rocheux fracturé		
Déblai grand	22+681.9	34	Graves et cailloux anguleux à matrice argileuse	R3	30
Déblai grand	23+430.3	28	Grés dur	R4	32

## II. Assainissement :

Selon la variante du tracé existante, on a adopté pour l'étude d'assainissement des ouvrages hydraulique le débit maximal de crue de fréquence décennale pour les ouvrages d'assainissement longitudinaux (fossés et caniveaux) et le débit de fréquence centennale pour les ouvrages hydraulique transversaux (buse et cadre).

L'étude hydraulique d'un projet autoroutière vise à atteindre principalement les objectifs suivants :

- Maintenir l'écoulement naturel des eaux.
- Assurer le drainage des eaux.
- Assurer le fonctionnement et la durabilité de tous les éléments de la plate-forme autoroutière en fonction des contraintes hydrauliques.

**Tableau 3.7** : Pré dimensionnement des ouvrages hydrauliques.

Débit de crue (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{100} \leq 1.61$	$1.61 \leq Q_{100} \leq 2.8$	$2.8 \leq Q_{100} \leq 3.17$	$3.17 \leq Q_{100} \leq 6.72$	$6.72 \leq Q_{100} \leq 10.84$	$10.84 \leq Q_{100} \leq 26.3$	$26.3 \leq Q_{100} \leq 52.6$
Type	Buse	Buse	Dalot	Dalot	Dalot	Dalot	Dalot
Dimensionnement	1 - $\Phi$ 1.2 m	1 - $\Phi$ 1,5 m	1 - 2 x 1,5 m	1 - 2 x 2 m	1 - 3 x 2 m	1 - 4 x 3 m	2 - 4 x 3 m

Le tableau suivant indique la localisation par PK des ouvrages courants (dalots et buses) qui fait partie importantes dans ce projet :

**Tableau 3.8** : position des ouvrages courants par PK sur la section étudié.

N°	Type d'ouvrage courant	PK	Dimension de l'ouvrage courant
01	Dalot	PK 12+084,847	2- 4 x 3 m x m
02	Dalot	PK 14+209,352	1- 2 x 2 m x m
03	Buse	PK 14+309,521	2- $\phi$ 1.5 mm
04	Dalot	PK 14+361,182	2- 4 x 3 m x m
05	Dalot	PK 16+626,344	1- 3 x 2 m x m
06	Dalot	PK 17+135,670	1- 3 x 2 m x m
07	Buse	PK 17+440,742	2- $\phi$ 1.5 mm
08	Buse	PK 17+834,860	1- $\phi$ 1.5 mm
09	Dalot	PK 18+018,636	1- 4 x 3 m x m
10	Dalot	PK 18+159,420	1- 3 x 2 m x m
11	Dalot	PK 18+402,294	1- 2 x 2 m x m
12	Buse	PK 19+200,349	1- $\phi$ 1.5 m x m
13	Dalot	PK 19+294,173	1- 3 x 2 m x m
14	Dalot	PK 19+619,379	1- 2 x 2 m x m
15	Buse	PK 20+187,123	1- $\phi$ 1.5 mm

**Tableau 3.8** : calculs des débits d'écoulement centennaux des ouvrages d'art.

Nom du bassin versant	Données des bassins versants							Débit final (m <sup>3</sup> /s)		PK de l'ouvrage
	S (km <sup>2</sup> )	L (Km)	H <sub>max</sub> (m)	H <sub>min</sub> (m)	H <sub>moy</sub> (m)	$\Delta H$ (m)	I (m/m)	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	
BV 15-1	20.528	7.867	960	213	586.5	747	0.09	93.07	113.8	PK 15+886
BV 16-1	0.188	0.287	251	226	238.5	25	0.09	4.07	4.90	Pk 16+215
BV 19-4	4.077	0.837	540	206	373	334	0.12	39.03	46.57	PK 19+942

## Annexe 01

BV 20-2	0.068	0.304	336	234	285	102	0.34	3.20	3.82	PK 20+891
BV 20-3	0.708	1.02	450	223	336.5	227	0.22	14.2 1	16.95	
BV 20-4	0.62	0.903	382	245	313.5	137	0.15	11.5 1	13.74	
BV 21-1	0.007	0.115	285	257	271	28	0.24	0.60	0.72	
BV 21-2	0.095	0.307	380	276	328	104	0.34	4.05	4.83	
BV 21-3	0.298	0.68	445	350	397.5	95	0.14	5.61	6.66	PK 22+994

### I.1. Assainissement de plate-forme :

Cette section concerne le dimensionnement des ouvrages d'assainissement et de drainage longitudinal. Les systèmes retenus varient en fonction que la route soit en déblai ou en remblai et en fonction de l'importance des débits. Pour ces raisons, nous avons conçu un réseau d'assainissement longitudinal constitué essentiellement de fossés et de cunettes de bermes et des risbermes. Ces dispositifs sont prévu pour évacuer le plus rapidement possible l'eau provenant de la chaussée et des versants en amont de l'autoroute vers les ouvrage hydrauliques transversaux ou directement vers le milieu naturel.

L'assainissement des bermes et des risbermes sera assuré par les cunettes symétriques en béton.

#### A. Zone en déblai :

Dans les zones en déblais, le dispositif de drainage longitudinal consiste en un fossé revêtu en béton en parallèle avec l'accotement, un drain pour le corps de chaussée et un fossé de crête de déblai.

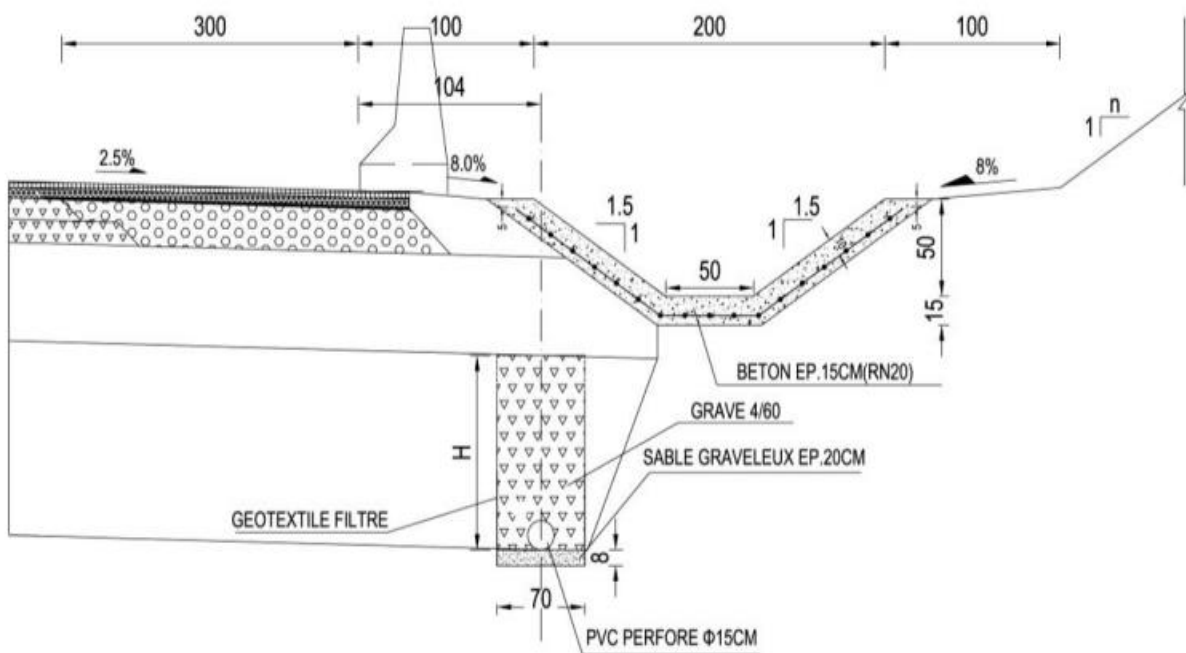


Figure 3.1 : Dispositif d'assainissement plateforme des zones en déblai Autoroute

## B. Fossés en déblai

Des fossés trapézoïdaux sont prévues dans les bermes en déblais au bord extérieur de la BAU. La pente transversale est de 1.5H :1V le fond a une largeur 0,50 m et la profondeur des fossés est de 0,50 m.

## C. Drains longitudinaux

Le drainage des eaux venant du corps de chaussée (couche de base et couche de forme) est assuré par le drain longeant l'autoroute. Ce drain est constitué de matériaux graveleux entourés de membrane géotextile comprenant à son centre un tuyau perforé en PVC de 150 mm de diamètre.

Le drain est positionné sous la berme des sections en déblai, son fond doit être situé au dessous de la PST pour éviter la pénétration de l'eau défavorable à la stabilité de plate-forme.

Il sera aménagé un regard de visite tout les 70m le long du drain.

Les eaux collectées par le drain seront évacuées par le regard de jonction vers le fossé de pied de remblai commençant à la limite entre le remblai et le déblai, ou évacuées directement vers les cours d'eaux naturels.

## D. Fossé de crête de déblai

Le fossé en section trapézoïdale est situé à plus de 3 m à l'extérieur du sommet de déblai.

Les fossés de crête qui sont généralement aménagés suivant la configuration des courbes de niveau, permettent aux eaux interceptées de s'évacuer dans les fossés de pied de

remblai ou les cours d'eau naturels. Ils seront muni de dissipateur sous forme de seuil de 20cm de béton espacés de 5m quand leur pente longitudinale est comprise entre 8 et 14% et avec un espacement de **3m quand leur pente longitudinale dépasse 14%**.

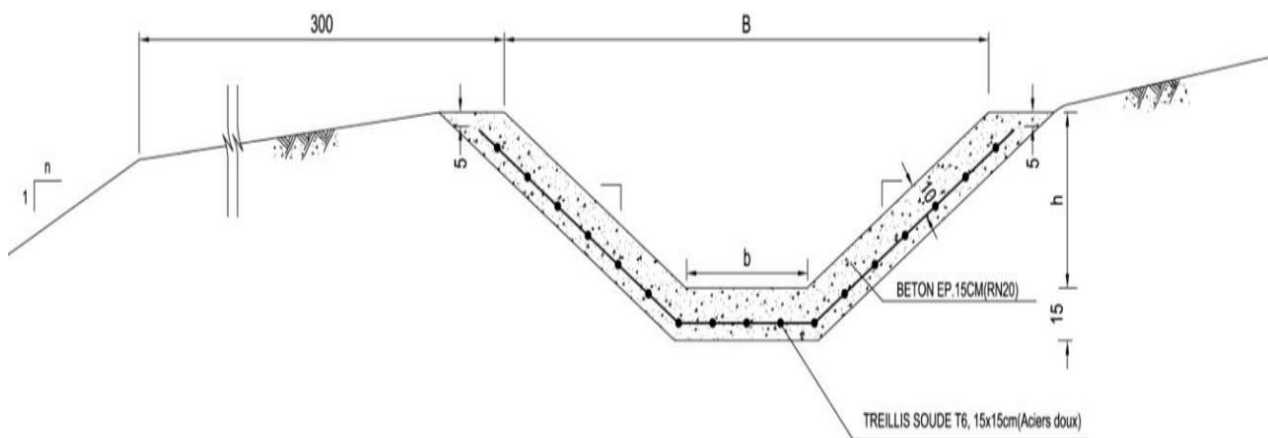


Figure 3.2 : fossé de crête.



***Annexe 02 :***  
***Axe en plan***

Axe En Plan						
Eléments Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	43.9661 g	399.188	20397.620	615872.626	3878981.727
Arc 1	Rayon	-744.000 m	499.202	20796.808	616126.914	3879289.443
	Centre X	616700.428 m				
	Centre Y	3878815.505 m				
Droite 2	Gisement	86.6814 g	867.635	21296.010	616545.910	3879543.282
Arc 2	Rayon	740.000 m	251.521	22163.645	617394.627	3879723.478
	Centre X	617241.054 m				
	Centre Y	3880447.367 m				
Arc 3	Rayon	1085.003 m	270.611	22415.166	617627.176	3879816.090
	Centre X	618193.314 m				
	Centre Y	3878890.499 m				
Droite 3	Gisement	80.8720 g	429.468	22685.777	617873.159	3879927.192
Arc 4	Rayon	1500.000 m	222.516	23115.245	618283.387	3880054.298
	Centre X	618727.330 m				
	Centre Y	3878621.499 m				
Droite 4	Gisement	90.3158 g	482.061	23337.761	618500.031	3880104.177
				23819.821	618976.525	3880177.225
Longueur totale de l'axe 3422.201 mètre(s)						



***Annexe 03***

***Annexe profil en long***

## ANNEXE 03

Profil En Long Projet					
Eléments Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	5.93 %	1215.891	20397.620	276.228
Parabole 1	Pente	5.93 %	1146.543	21613.511	348.388
	Rayon	-			
		16880.410 m			
	Sommet Absc.	22615.322 m			
	Sommet Alt.	378.116 m			
	Pente	-0.86 %			
Pente 2	Pente	-0.86 %	1059.768	22760.054	377.495
				23819.821	368.409
Longueur totale de l'axe 3422.201 mètre(s)					



***Annexe 04***  
***Tabulation***

# ANNEXE 04

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	20397.620	Droite 1	Pente 1	274.484	276.228	143.966	615872.626	3878981.727	2.50	-2.50
P.2	20417.620	Droite 1	Pente 1	278.411	277.415	143.966	615885.366	3878997.144	2.50	-2.50
P.3	20437.620	Droite 1	Pente 1	273.918	278.602	143.966	615898.106	3879012.562	2.50	-2.50
P.4	20457.620	Droite 1	Pente 1	268.493	279.789	143.966	615910.847	3879027.979	2.50	-2.50
P.5	20477.620	Droite 1	Pente 1	263.067	280.976	143.966	615923.587	3879043.396	2.50	-2.50
P.6	20497.620	Droite 1	Pente 1	256.473	282.163	143.966	615936.327	3879058.813	2.50	-2.50
P.7	20517.620	Droite 1	Pente 1	248.968	283.350	143.966	615949.067	3879074.230	2.50	-2.50
P.8	20537.620	Droite 1	Pente 1	242.690	284.537	143.966	615961.808	3879089.647	2.50	-2.50
P.9	20557.620	Droite 1	Pente 1	240.377	285.724	143.966	615974.548	3879105.064	2.50	-2.50
P.10	20577.620	Droite 1	Pente 1	240.000	286.911	143.966	615987.288	3879120.481	2.50	-2.50
P.11	20597.620	Droite 1	Pente 1	238.783	288.098	143.966	616000.028	3879135.898	2.50	-2.50
P.12	20617.620	Droite 1	Pente 1	232.863	289.285	143.966	616012.769	3879151.315	2.50	-2.50
P.13	20637.620	Droite 1	Pente 1	230.775	290.472	143.966	616025.509	3879166.732	2.50	-2.50
P.14	20657.620	Droite 1	Pente 1	228.687	291.659	143.966	616038.249	3879182.149	2.50	-2.50
P.15	20677.620	Droite 1	Pente 1	230.850	292.846	143.966	616050.990	3879197.566	2.50	-2.50
P.16	20697.620	Droite 1	Pente 1	229.946	294.033	143.966	616063.730	3879212.983	2.50	-2.50
P.17	20717.620	Droite 1	Pente 1	229.007	295.219	143.966	616076.470	3879228.400	2.50	-2.50
P.18	20737.620	Droite 1	Pente 1	228.498	296.406	143.966	616089.210	3879243.817	2.50	-2.50
P.19	20757.620	Droite 1	Pente 1	231.743	297.593	143.966	616101.951	3879259.234	2.50	-2.50
P.20	20777.620	Droite 1	Pente 1	234.989	298.780	143.966	616114.691	3879274.651	2.50	-2.50
P.21	20797.620	Arc 1	Pente 1	238.235	299.967	144.036	616127.431	3879290.068	2.50	-2.50
P.22	20817.620	Arc 1	Pente 1	236.963	301.154	145.747	616140.394	3879305.298	2.50	-2.50
P.23	20837.620	Arc 1	Pente 1	235.845	302.341	147.458	616153.761	3879320.174	2.50	-2.50
P.24	20857.620	Arc 1	Pente 1	237.110	303.528	149.170	616167.524	3879334.685	2.50	-2.50
P.25	20877.620	Arc 1	Pente 1	238.151	304.715	150.881	616181.671	3879348.821	2.50	-2.50
P.26	20897.620	Arc 1	Pente 1	237.593	305.902	152.592	616196.193	3879362.572	2.50	-2.50
P.27	20917.620	Arc 1	Pente 1	239.570	307.089	154.304	616211.080	3879375.928	2.50	-2.50
P.28	20937.620	Arc 1	Pente 1	242.494	308.276	156.015	616226.320	3879388.878	2.50	-2.50
P.29	20957.620	Arc 1	Pente 1	245.779	309.463	157.726	616241.902	3879401.414	2.50	-2.50
P.30	20977.620	Arc 1	Pente 1	247.759	310.650	159.438	616257.816	3879413.527	2.50	-2.50
P.31	20997.620	Arc 1	Pente 1	248.603	311.837	161.149	616274.050	3879425.208	2.50	-2.50
P.32	21017.620	Arc 1	Pente 1	252.627	313.024	162.860	616290.592	3879436.448	2.50	-2.50
P.33	21037.620	Arc 1	Pente 1	255.365	314.211	164.572	616307.430	3879447.239	2.50	-2.50
P.34	21057.620	Arc 1	Pente 1	257.819	315.398	166.283	616324.552	3879457.574	2.50	-2.50
P.35	21077.620	Arc 1	Pente 1	259.584	316.585	167.994	616341.946	3879467.445	2.50	-2.50
P.36	21097.620	Arc 1	Pente 1	260.970	317.772	169.706	616359.599	3879476.845	2.50	-2.50
P.37	21117.620	Arc 1	Pente 1	262.275	318.958	171.417	616377.498	3879485.767	2.50	-2.50
P.38	21137.620	Arc 1	Pente 1	264.268	320.145	173.128	616395.630	3879494.205	2.50	-2.50
P.39	21157.620	Arc 1	Pente 1	268.133	321.332	174.840	616413.982	3879502.152	2.50	-2.50
P.40	21177.620	Arc 1	Pente 1	270.546	322.519	176.551	616432.542	3879509.603	2.50	-2.50
P.41	21197.620	Arc 1	Pente 1	272.629	323.706	178.262	616451.295	3879516.553	2.50	-2.50
P.42	21217.620	Arc 1	Pente 1	273.932	324.893	179.974	616470.228	3879522.996	2.50	-2.50
P.43	21237.620	Arc 1	Pente 1	278.007	326.080	181.685	616489.328	3879528.928	2.50	-2.50
P.44	21257.620	Arc 1	Pente 1	284.060	327.267	183.396	616508.580	3879534.344	2.50	-2.50
P.45	21277.620	Arc 1	Pente 1	290.622	328.454	185.108	616527.970	3879539.241	2.50	-2.50
P.46	21297.620	Droite 2	Pente 1	297.929	329.641	186.681	616547.485	3879543.617	2.50	-2.50
P.47	21317.620	Droite 2	Pente 1	306.094	330.828	186.681	616567.049	3879547.770	2.50	-2.50
P.48	21337.620	Droite 2	Pente 1	313.885	332.015	186.681	616586.613	3879551.924	2.50	-2.50
P.49	21357.620	Droite 2	Pente 1	318.227	333.202	186.681	616606.177	3879556.078	2.50	-2.50
P.50	21377.620	Droite 2	Pente 1	322.084	334.389	186.681	616625.741	3879560.232	2.50	-2.50
P.51	21397.620	Droite 2	Pente 1	326.558	335.576	186.681	616645.305	3879564.385	2.50	-2.50
P.52	21417.620	Droite 2	Pente 1	331.144	336.763	186.681	616664.869	3879568.539	2.50	-2.50
P.53	21437.620	Droite 2	Pente 1	335.881	337.950	186.681	616684.432	3879572.693	2.50	-2.50
P.54	21457.620	Droite 2	Pente 1	338.835	339.137	186.681	616703.996	3879576.846	2.50	-2.50
P.55	21477.620	Droite 2	Pente 1	341.788	340.324	186.681	616723.560	3879581.000	2.50	-2.50
P.56	21497.620	Droite 2	Pente 1	342.775	341.511	186.681	616743.124	3879585.154	2.50	-2.50
P.57	21517.620	Droite 2	Pente 1	342.651	342.698	186.681	616762.688	3879589.308	2.50	-2.50
P.58	21537.620	Droite 2	Pente 1	339.823	343.884	186.681	616782.252	3879593.461	2.50	-2.50
P.59	21557.620	Droite 2	Pente 1	338.226	345.071	186.681	616801.816	3879597.615	2.50	-2.50

# ANNEXE 04

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	21577.620	Droite 2	Pente 1	337.896	346.258	186.681	616821.380	3879601.769	2.50	-2.50
P.61	21597.620	Droite 2	Pente 1	338.763	347.445	186.681	616840.944	3879605.922	2.50	-2.50
P.62	21617.620	Droite 2	Parabole 1	340.661	348.632	186.681	616860.508	3879610.076	2.50	-2.50
P.63	21637.620	Droite 2	Parabole 1	340.192	349.802	186.681	616880.072	3879614.230	2.50	-2.50
P.64	21657.620	Droite 2	Parabole 1	341.015	350.949	186.681	616899.636	3879618.384	2.50	-2.50
P.65	21677.620	Droite 2	Parabole 1	346.658	352.071	186.681	616919.199	3879622.537	2.50	-2.50
P.66	21697.620	Droite 2	Parabole 1	352.467	353.171	186.681	616938.763	3879626.691	2.50	-2.50
P.67	21717.620	Droite 2	Parabole 1	358.111	354.246	186.681	616958.327	3879630.845	2.50	-2.50
P.68	21737.620	Droite 2	Parabole 1	361.987	355.298	186.681	616977.891	3879634.998	2.50	-2.50
P.69	21757.620	Droite 2	Parabole 1	366.487	356.326	186.681	616997.455	3879639.152	2.50	-2.50
P.70	21777.620	Droite 2	Parabole 1	371.826	357.330	186.681	617017.019	3879643.306	2.50	-2.50
P.71	21797.620	Droite 2	Parabole 1	377.041	358.311	186.681	617036.583	3879647.460	2.50	-2.50
P.72	21817.620	Droite 2	Parabole 1	382.742	359.268	186.681	617056.147	3879651.613	2.50	-2.50
P.73	21837.620	Droite 2	Parabole 1	389.060	360.201	186.681	617075.711	3879655.767	2.50	-2.50
P.74	21857.620	Droite 2	Parabole 1	393.663	361.111	186.681	617095.275	3879659.921	2.50	-2.50
P.75	21877.620	Droite 2	Parabole 1	400.686	361.997	186.681	617114.839	3879664.074	2.50	-2.50
P.76	21897.620	Droite 2	Parabole 1	405.875	362.859	186.681	617134.402	3879668.228	2.50	-2.50
P.77	21917.620	Droite 2	Parabole 1	411.670	363.697	186.681	617153.966	3879672.382	2.50	-2.50
P.78	21937.620	Droite 2	Parabole 1	414.856	364.512	186.681	617173.530	3879676.536	2.50	-2.50
P.79	21957.620	Droite 2	Parabole 1	416.227	365.303	186.681	617193.094	3879680.689	2.50	-2.50
P.80	21977.620	Droite 2	Parabole 1	413.028	366.070	186.681	617212.658	3879684.843	2.50	-2.50
P.81	21997.620	Droite 2	Parabole 1	409.454	366.814	186.681	617232.222	3879688.997	2.50	-2.50
P.82	22017.620	Droite 2	Parabole 1	405.980	367.534	186.681	617251.786	3879693.150	2.50	-2.50
P.83	22037.620	Droite 2	Parabole 1	401.345	368.231	186.681	617271.350	3879697.304	2.50	-2.50
P.84	22057.620	Droite 2	Parabole 1	396.820	368.903	186.681	617290.914	3879701.458	2.50	-2.50
P.85	22077.620	Droite 2	Parabole 1	392.976	369.552	186.681	617310.478	3879705.612	2.50	-2.50
P.86	22097.620	Droite 2	Parabole 1	388.981	370.177	186.681	617330.042	3879709.765	2.50	-2.50
P.87	22117.620	Droite 2	Parabole 1	388.348	370.779	186.681	617349.605	3879713.919	2.50	-2.50
P.88	22137.620	Droite 2	Parabole 1	388.351	371.357	186.681	617369.169	3879718.073	2.50	-2.50
P.89	22157.620	Droite 2	Parabole 1	388.552	371.911	186.681	617388.733	3879722.226	2.50	-2.50
P.90	22177.620	Arc 2	Parabole 1	387.955	372.441	185.489	617408.289	3879726.507	2.50	-2.50
P.91	22197.620	Arc 2	Parabole 1	387.489	372.948	183.769	617427.689	3879731.289	2.50	-2.50
P.92	22217.620	Arc 2	Parabole 1	387.151	373.431	182.048	617446.972	3879736.594	2.50	-2.50
P.93	22237.620	Arc 2	Parabole 1	386.139	373.890	180.327	617466.104	3879742.418	2.50	-2.50
P.94	22257.620	Arc 2	Parabole 1	383.002	374.326	178.607	617485.072	3879748.757	2.50	-2.50
P.95	22277.620	Arc 2	Parabole 1	379.263	374.738	176.886	617503.862	3879755.607	2.50	-2.50
P.96	22297.620	Arc 2	Parabole 1	376.099	375.126	175.166	617522.460	3879762.962	2.50	-2.50
P.97	22317.620	Arc 2	Parabole 1	375.844	375.491	173.445	617540.853	3879770.816	2.50	-2.50
P.98	22337.620	Arc 2	Parabole 1	376.329	375.832	171.724	617559.026	3879779.165	2.50	-2.50
P.99	22357.620	Arc 2	Parabole 1	375.707	376.149	170.004	617576.967	3879788.002	2.50	-2.50
P.100	22377.620	Arc 2	Parabole 1	379.091	376.442	168.283	617594.663	3879797.320	2.50	-2.50
P.101	22397.620	Arc 2	Parabole 1	380.126	376.712	166.563	617612.101	3879807.113	2.50	-2.50
P.102	22417.620	Arc 3	Parabole 1	377.484	376.958	165.197	617629.271	3879817.368	2.50	-2.50
P.103	22437.620	Arc 3	Parabole 1	377.633	377.181	166.371	617646.451	3879827.607	2.50	-2.50
P.104	22457.620	Arc 3	Parabole 1	378.975	377.379	167.544	617663.817	3879837.528	2.50	-2.50
P.105	22477.620	Arc 3	Parabole 1	380.541	377.554	168.718	617681.362	3879847.127	2.50	-2.50
P.106	22497.620	Arc 3	Parabole 1	378.422	377.706	169.891	617699.082	3879856.401	2.50	-2.50
P.107	22517.620	Arc 3	Parabole 1	374.052	377.833	171.065	617716.969	3879865.346	2.50	-2.50
P.108	22537.620	Arc 3	Parabole 1	370.233	377.937	172.238	617735.019	3879873.961	2.50	-2.50
P.109	22557.620	Arc 3	Parabole 1	367.009	378.017	173.412	617753.224	3879882.241	2.50	-2.50
P.110	22577.620	Arc 3	Parabole 1	368.661	378.074	174.585	617771.579	3879890.184	2.50	-2.50
P.111	22597.620	Arc 3	Parabole 1	370.241	378.107	175.759	617790.076	3879897.788	2.50	-2.50
P.112	22617.620	Arc 3	Parabole 1	373.146	378.116	176.932	617808.711	3879905.049	2.50	-2.50
P.113	22637.620	Arc 3	Parabole 1	377.471	378.101	178.106	617827.477	3879911.966	2.50	-2.50
P.114	22657.620	Arc 3	Parabole 1	382.043	378.063	179.279	617846.367	3879918.536	2.50	-2.50
P.115	22677.620	Arc 3	Parabole 1	386.527	378.001	180.453	617865.375	3879924.756	2.50	-2.50
P.116	22697.620	Droite 3	Parabole 1	388.232	377.915	180.872	617884.472	3879930.697	2.50	-2.50
P.117	22717.620	Droite 3	Parabole 1	386.691	377.806	180.872	617903.576	3879936.616	2.50	-2.50
P.118	22737.620	Droite 3	Parabole 1	385.238	377.673	180.872	617922.680	3879942.536	2.50	-2.50
P.119	22757.620	Droite 3	Parabole 1	384.431	377.516	180.872	617941.784	3879948.455	2.50	-2.50
P.120	22777.620	Droite 3	Pente 2	383.640	377.345	180.872	617960.888	3879954.374	2.50	-2.50
P.121	22797.620	Droite 3	Pente 2	382.709	377.173	180.872	617979.992	3879960.293	2.50	-2.50
P.122	22817.620	Droite 3	Pente 2	381.758	377.002	180.872	617999.096	3879966.213	2.50	-2.50

# ANNEXE 04

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.123	22837.620	Droite 3	Pente 2	381.155	376.830	180.872	618018.200	3879972.132	2.50	-2.50
P.124	22857.620	Droite 3	Pente 2	380.781	376.659	180.872	618037.304	3879978.051	2.50	-2.50
P.125	22877.620	Droite 3	Pente 2	379.824	376.487	180.872	618056.408	3879983.970	2.50	-2.50
P.126	22897.620	Droite 3	Pente 2	378.833	376.316	180.872	618075.512	3879989.890	2.50	-2.50
P.127	22917.620	Droite 3	Pente 2	374.960	376.145	180.872	618094.616	3879995.809	2.50	-2.50
P.128	22937.620	Droite 3	Pente 2	368.498	375.973	180.872	618113.720	3880001.728	2.50	-2.50
P.129	22957.620	Droite 3	Pente 2	362.456	375.802	180.872	618132.824	3880007.647	2.50	-2.50
P.130	22977.620	Droite 3	Pente 2	356.788	375.630	180.872	618151.928	3880013.566	2.50	-2.50
P.131	22997.620	Droite 3	Pente 2	359.579	375.459	180.872	618171.032	3880019.486	2.50	-2.50
P.132	23017.620	Droite 3	Pente 2	363.554	375.287	180.872	618190.136	3880025.405	2.50	-2.50
P.133	23037.620	Droite 3	Pente 2	367.386	375.116	180.872	618209.240	3880031.324	2.50	-2.50
P.134	23057.620	Droite 3	Pente 2	371.383	374.944	180.872	618228.344	3880037.243	2.50	-2.50
P.135	23077.620	Droite 3	Pente 2	375.811	374.773	180.872	618247.448	3880043.163	2.50	-2.50
P.136	23097.620	Droite 3	Pente 2	379.801	374.601	180.872	618266.552	3880049.082	2.50	-2.50
P.137	23117.620	Arc 4	Pente 2	382.478	374.430	180.973	618285.656	3880054.999	2.50	-2.50
P.138	23137.620	Arc 4	Pente 2	382.758	374.258	181.822	618304.808	3880060.761	2.50	-2.50
P.139	23157.620	Arc 4	Pente 2	382.684	374.087	182.670	618324.035	3880066.266	2.50	-2.50
P.140	23177.620	Arc 4	Pente 2	382.604	373.915	183.519	618343.334	3880071.515	2.50	-2.50
P.141	23197.620	Arc 4	Pente 2	382.438	373.744	184.368	618362.701	3880076.506	2.50	-2.50
P.142	23217.620	Arc 4	Pente 2	378.476	373.572	185.217	618382.133	3880081.238	2.50	-2.50
P.143	23237.620	Arc 4	Pente 2	373.948	373.401	186.066	618401.627	3880085.711	2.50	-2.50
P.144	23257.620	Arc 4	Pente 2	369.338	373.229	186.915	618421.178	3880089.923	2.50	-2.50
P.145	23277.620	Arc 4	Pente 2	365.126	373.058	187.763	618440.784	3880093.875	2.50	-2.50
P.146	23297.620	Arc 4	Pente 2	362.175	372.886	188.612	618460.440	3880097.564	2.50	-2.50
P.147	23317.620	Arc 4	Pente 2	359.155	372.715	189.461	618480.144	3880100.992	2.50	-2.50
P.148	23337.620	Arc 4	Pente 2	356.656	372.543	190.310	618499.892	3880104.156	2.50	-2.50
P.149	23357.620	Droite 4	Pente 2	361.204	372.372	190.316	618519.661	3880107.186	2.50	-2.50
P.150	23377.620	Droite 4	Pente 2	366.473	372.201	190.316	618539.430	3880110.217	2.50	-2.50
P.151	23397.620	Droite 4	Pente 2	371.741	372.029	190.316	618559.199	3880113.248	2.50	-2.50
P.152	23417.620	Droite 4	Pente 2	377.737	371.858	190.316	618578.968	3880116.278	2.50	-2.50
P.153	23437.620	Droite 4	Pente 2	380.943	371.686	190.316	618598.737	3880119.309	2.50	-2.50
P.154	23457.620	Droite 4	Pente 2	377.287	371.515	190.316	618618.506	3880122.340	2.50	-2.50
P.155	23477.620	Droite 4	Pente 2	373.128	371.343	190.316	618638.275	3880125.370	2.50	-2.50
P.156	23497.620	Droite 4	Pente 2	368.673	371.172	190.316	618658.044	3880128.401	2.50	-2.50
P.157	23517.620	Droite 4	Pente 2	367.510	371.000	190.316	618677.813	3880131.432	2.50	-2.50
P.158	23537.620	Droite 4	Pente 2	370.237	370.829	190.316	618697.582	3880134.462	2.50	-2.50
P.159	23557.620	Droite 4	Pente 2	375.063	370.657	190.316	618717.352	3880137.493	2.50	-2.50
P.160	23577.620	Droite 4	Pente 2	380.396	370.486	190.316	618737.121	3880140.524	2.50	-2.50
P.161	23597.620	Droite 4	Pente 2	382.832	370.314	190.316	618756.890	3880143.554	2.50	-2.50
P.162	23617.620	Droite 4	Pente 2	382.649	370.143	190.316	618776.659	3880146.585	2.50	-2.50
P.163	23637.620	Droite 4	Pente 2	382.467	369.971	190.316	618796.428	3880149.616	2.50	-2.50
P.164	23657.620	Droite 4	Pente 2	380.024	369.800	190.316	618816.197	3880152.646	2.50	-2.50
P.165	23677.620	Droite 4	Pente 2	375.318	369.628	190.316	618835.966	3880155.677	2.50	-2.50
P.166	23697.620	Droite 4	Pente 2	369.030	369.457	190.316	618855.735	3880158.707	2.50	-2.50
P.167	23717.620	Droite 4	Pente 2	363.062	369.285	190.316	618875.504	3880161.738	2.50	-2.50
P.168	23737.620	Droite 4	Pente 2	357.146	369.114	190.316	618895.273	3880164.769	2.50	-2.50
P.169	23757.620	Droite 4	Pente 2	354.406	368.942	190.316	618915.042	3880167.799	2.50	-2.50
P.170	23777.620	Droite 4	Pente 2	353.972	368.771	190.316	618934.811	3880170.830	2.50	-2.50
P.171	23797.620	Droite 4	Pente 2	356.542	368.599	190.316	618954.580	3880173.861	2.50	-2.50
P.172	23817.620	Droite 4	Pente 2	365.876	368.428	190.316	618974.349	3880176.891	2.50	-2.50
P.173	23819.821	Droite 4	Pente 2	366.904	368.409	190.316	618976.525	3880177.225	2.50	-2.50



**Annexe 05**  
**Cubature déblai/remblai**

## ANNEXE 05

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	20397.620	10.00	78.13	141.86	781.260	1418.632	781	1419
P.2	20417.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.3	20437.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.4	20457.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.5	20477.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.6	20497.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.7	20517.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.8	20537.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.9	20557.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.10	20577.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.11	20597.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.12	20617.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.13	20637.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.14	20657.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.15	20677.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.16	20697.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.17	20717.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.18	20737.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.19	20757.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.20	20777.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.21	20797.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.22	20817.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.23	20837.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.24	20857.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.25	20877.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.26	20897.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.27	20917.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.28	20937.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.29	20957.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.30	20977.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.31	20997.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.32	21017.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.33	21037.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.34	21057.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419

## ANNEXE 05

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.35	21077.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.36	21097.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.37	21117.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.38	21137.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.39	21157.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.40	21177.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.41	21197.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.42	21217.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.43	21237.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.44	21257.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.45	21277.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.46	21297.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.47	21317.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.48	21337.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.49	21357.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.50	21377.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	781	1419
P.51	21397.620	20.00	223.56	497.90	4471.172	9957.983	5252	11377
P.52	21417.620	20.00	16.00	361.24	320.090	7224.751	5573	18601
P.53	21437.620	20.00	120.79	272.29	2415.871	5445.843	7988	24047
P.54	21457.620	20.00	305.42	211.60	6108.462	4231.909	14097	28279
P.55	21477.620	20.00	387.05	155.70	7740.901	3114.086	21838	31393
P.56	21497.620	20.00	371.07	122.55	7421.438	2450.992	29259	33844
P.57	21517.620	20.00	311.28	181.32	6225.670	3626.411	35485	37471
P.58	21537.620	20.00	155.96	286.03	3119.119	5720.595	38604	43191
P.59	21557.620	20.00	20.59	400.36	411.873	8007.120	39016	51198

## ANNEXE 05


Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.60	21577.620	20.00	225.91	509.38	4518.199	10187.50 2	43534	61386
P.61	21597.620	20.00	236.46	524.23	4729.145	10484.66 1	48263	71870
P.62	21617.620	20.00	315.57	457.60	6311.462	9151.974	54575	81022
P.63	21637.620	20.00	346.10	411.82	6921.956	8236.405	61497	89259
P.64	21657.620	20.00	336.58	292.71	6731.605	5854.177	68228	95113
P.65	21677.620	20.00	349.89	155.79	6997.822	3115.735	75226	98229
P.66	21697.620	20.00	308.35	0.20	6167.011	4.060	81393	98233
P.67	21717.620	20.00	211.38	0.08	4227.544	1.665	85621	98234
P.68	21737.620	20.00	366.57	0.07	7331.489	1.472	92952	98236
P.69	21757.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.70	21777.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.71	21797.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.72	21817.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.73	21837.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.74	21857.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.75	21877.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.76	21897.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.77	21917.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.78	21937.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.79	21957.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.80	21977.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.81	21997.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.82	22017.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.83	22037.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.84	22057.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.85	22077.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.86	22097.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.87	22117.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.88	22137.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.89	22157.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.90	22177.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.91	22197.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.92	22217.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.93	22237.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.94	22257.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	92952	98236
P.95	22277.620	20.00	378.54	0.09	7445.763	1.722	100398	98238

## ANNEXE 05

P.96	22297.620	20.00	215.67	0.09	4264.161	1.746	107022	97028
P.97	22317.620	20.00	123.93	0.09	2477.634	1.815	109500	97030
P.98	22337.620	20.00	96.63	0.09	1949.283	1.699	111449	97032
P.99	22357.620	20.00	117.99	2.11	2416.659	42.869	113866	97074
P.100	22377.620	20.00	175.03	0.12	3501.583	2.484	117367	97077
P.101	22397.620	20.00	195.20	36.42	3855.853	760.348	121223	97837
P.102	22417.620	20.00	117.27	22.49	2347.063	449.441	123570	98287
P.103	22437.620	20.00	124.79	28.81	2520.401	568.144	126091	98855
P.104	22457.620	20.00	184.02	6.94	3690.568	136.691	129781	98992
P.105	22477.620	20.00	210.39	10.88	4248.391	210.871	134030	99202
P.106	22497.620	20.00	122.28	0.14	2440.114	2.746	136470	99205
P.107	22517.620	20.00	115.50	99.53	2361.611	1980.287	138831	101185
P.108	22537.620	20.00	14.13	297.67	290.251	5937.607	139122	107123
P.109	22557.620	20.00	2.16	468.26	44.370	9323.585	139166	116447
P.110	22577.620	20.00	28.39	456.02	582.959	9042.125	139749	125489
P.111	22597.620	20.00	72.88	369.51	1498.247	7321.364	141247	132810
P.112	22617.620	20.00	182.84	204.84	3766.985	4055.710	145014	136866
P.113	22637.620	20.00	71.18	60.25	1443.721	1187.286	146458	138053
P.114	22657.620	20.00	287.69	1.75	5819.721	34.500	152278	138088
P.115	22677.620	20.00	539.45	78.01	10907.174	1515.513	163185	139603
P.116	22697.620	20.00	653.19	28.25	13063.798	565.068	176249	140168
P.117	22717.620	20.00	625.14	7.42	12502.897	148.394	188752	140317
P.118	22737.620	20.00	579.79	18.76	11595.890	375.205	200347	140692
P.119	22757.620	20.00	531.19	24.29	10623.847	485.715	210971	141178
P.120	22777.620	20.00	487.45	30.68	9748.950	613.556	220720	141791
P.121	22797.620	20.00	436.20	44.43	8724.014	888.548	229444	142680
P.122	22817.620	20.00	381.45	55.71	7629.097	1114.185	237073	143794

# ANNEXE 05

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.123	22837.620	20.00	308.35	68.34	6167.017	1366.752	243240	145161
P.124	22857.620	20.00	276.18	0.07	5523.573	1.366	248764	145162
P.125	22877.620	20.00	228.92	0.29	4578.479	5.722	253342	145168
P.126	22897.620	20.00	183.06	0.74	3661.178	14.892	257004	145183
P.127	22917.620	20.00	128.51	13.82	2570.127	276.466	259574	145459
P.128	22937.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	259574	145459
P.129	22957.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	259574	145459
P.130	22977.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	259574	145459
P.131	22997.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	259574	145459
P.132	23017.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	259574	145459
P.133	23037.620	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	259574	145459
P.134	23057.620	20.00	21.51	151.48	430.141	3029.589	260004	148489
P.135	23077.620	20.00	110.84	24.14	2216.866	482.750	262221	148971
P.136	23097.620	20.00	380.62	61.78	7612.478	1235.676	269833	150207
P.137	23117.620	20.00	607.69	27.43	12231.79 6	540.458	282065	150747
P.138	23137.620	20.00	678.08	12.51	13707.01 3	244.311	295772	150992
P.139	23157.620	20.00	749.52	8.54	15180.94 0	166.771	310953	151159
P.140	23177.620	20.00	712.89	8.59	14415.66 7	167.805	325369	151326
P.141	23197.620	20.00	587.78	9.60	11854.86 0	187.481	337224	151514
P.142	23217.620	20.00	347.79	13.27	7014.577	259.291	344238	151773
P.143	23237.620	20.00	122.72	30.83	2474.945	610.107	346713	152383
P.144	23257.620	20.00	26.31	175.69	533.295	3482.643	347246	155866
P.145	23277.620	20.00	65.77	405.92	1340.243	8047.197	348587	163913
P.146	23297.620	20.00	8.74	617.73	178.179	12247.654	348765	176161
P.147	23317.620	20.00	0.00	774.54	0.000	15394.756	348765	191556
P.148	23337.620	20.00	0.00	878.04	0.000	17518.591	348765	209074
P.149	23357.620	20.00	18.52	472.34	370.310	9446.730	349135	218521
P.150	23377.620	20.00	151.25	160.89	3025.035	3217.816	352160	221739
P.151	23397.620	20.00	103.21	0.07	2064.191	1.357	354224	221740
P.152	23417.620	20.00	396.08	0.05	7921.545	1.014	362146	221741
P.153	23437.620	20.00	452.16	0.05	9043.236	1.003	371189	221742
P.154	23457.620	20.00	319.14	0.05	6382.822	1.043	377572	221743
P.155	23477.620	20.00	165.31	2.27	3306.176	45.453	380878	221789
P.156	23497.620	20.00	30.19	96.91	603.847	1938.195	381482	223727
P.157	23517.620	20.00	98.13	212.43	1962.590	4248.628	383445	227975
P.158	23537.620	20.00	197.91	98.98	3958.281	1979.670	387403	229955
P.159	23557.620	20.00	402.60	0.99	8052.090	19.725	395455	229975
P.160	23577.620	20.00	685.17	0.06	13703.39 6	1.295	409158	229976
P.161	23597.620	20.00	823.96	0.06	16479.24 1	1.295	425638	229977
P.162	23617.620	20.00	855.21	0.08	17104.24 0	1.568	442742	229979
P.163	23637.620	20.00	796.89	0.06	15937.72 6	1.118	458679	229980
P.164	23657.620	20.00	639.43	0.06	12788.59 2	1.122	471468	229981
P.165	23677.620	20.00	336.56	2.82	6731.296	56.483	478199	230038
P.166	23697.620	20.00	75.93	19.30	1518.691	385.959	479718	230424
P.167	23717.620	20.00	65.17	241.48	1303.305	4829.645	481021	235253
P.168	23737.620	20.00	10.53	499.99	210.633	9999.717	481232	245253
P.169	23757.620	20.00	0.00	679.25	0.000	13584.969	481232	258838
P.170	23777.620	20.00	0.00	765.88	0.000	15317.699	481232	274156
P.171	23797.620	20.00	0.00	573.88	0.000	11477.591	481232	285633
P.172	23817.620	11.10	100.65	61.95	1117.308	687.700	482349	286321
P.173	23819.821	1.10	137.95	21.75	151.850	23.940	482501	286345



**Annexe 06**  
**matériaux**

Tableau 7.1 : cubature des matériaux

<b>Total</b>	
<b>Matériaux</b>	<b>Volume cumulé</b>
<b>BB</b>	<b>2 932</b>
<b>GB 1</b>	<b>5 443</b>
<b>GB 2</b>	<b>6 038</b>
<b>Tuff</b>	<b>72 934</b>

A decorative scroll-shaped frame with a black outline. The top edge is rolled up, and the bottom edge is also rolled up. The text "Annexe 07" is centered within the frame.

***Annexe 07***

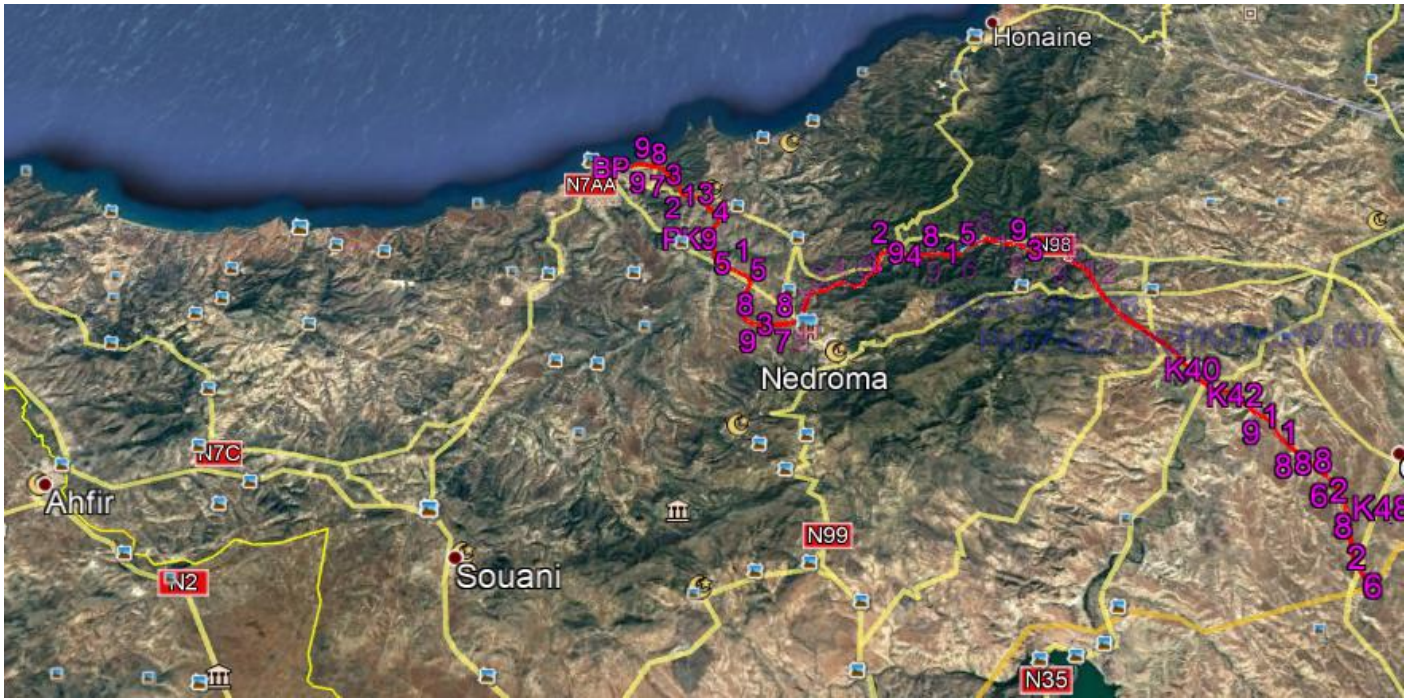


Figure 8.1 Plan synoptique de variante FHCC



Figure 8.2 : échangeur au PK 15+500

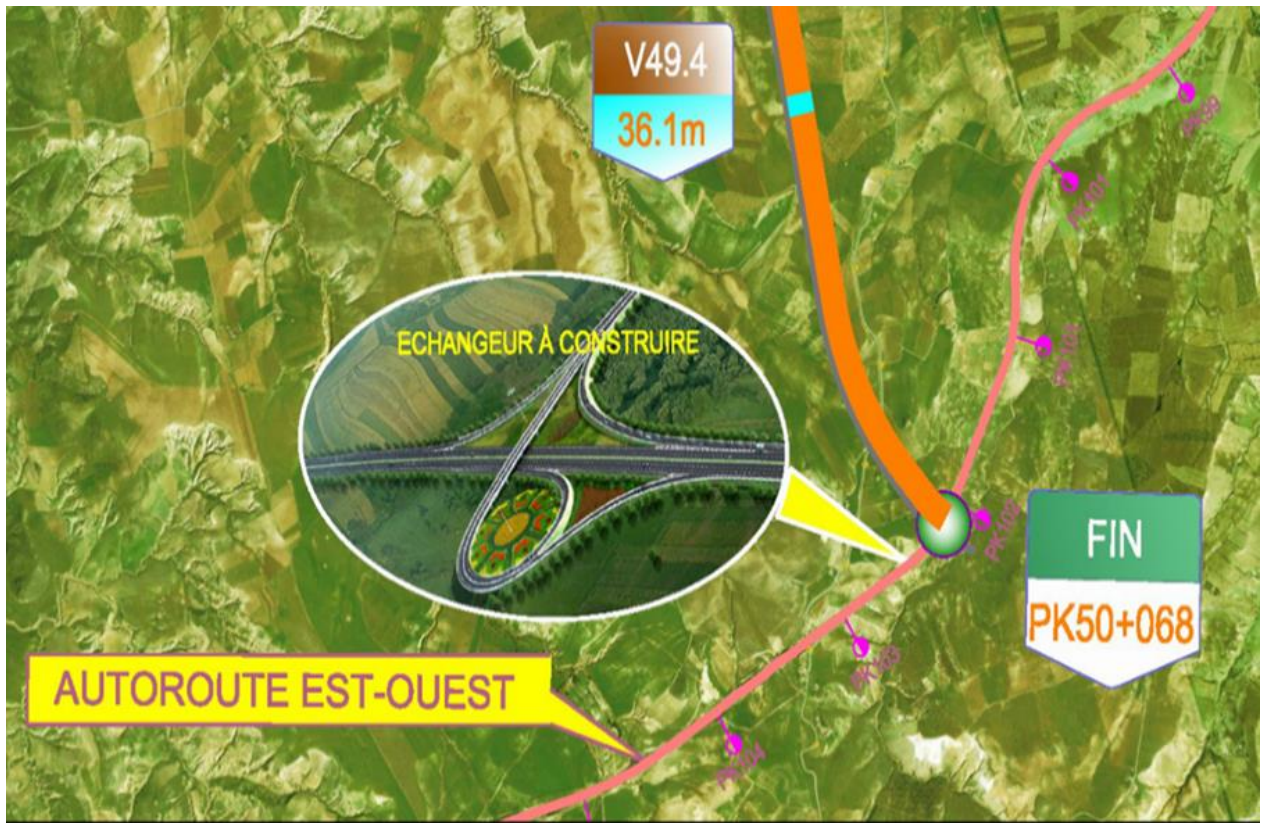


Figure 8.3 : échangeur du PK final ( fin du projet)



Figure 8.4 : l'entrée de port de Ghazaouet



**Figure 8.5 : l'entrée de port de Ghazaouet (suite)**



**Figure 8.6 : l'accès au port**



**Figure 8.7 : L'accès au port (suite)**



**Figure 8.7 : l'entrée de Ghazaouet par la RN 98**



**Figure 8.9 : Fin du projet de la pénétrante de Tlemcen – Hammam Boughrara en cours de réalisation**



**Figure 8.10 : Traverse d'oued et raccordement à l'échangeur Hammam boughrara**