



U niversité A bderrahmane  
M ira D e B ejaia

Faculté de technologie  
Département de Génie civil

# Projet de Fin d'Études

*Pour l'obtention du Diplôme  
Master en Génie Civil  
Option : Géotechnique*

## Thème

Etude de modernisation du CW 158 reliant Le centre de  
ville d'AMIZOUR jusqu'à BARBACHA du PK 03+500 km  
au PK 07+500 km sur 04 km

Présenté par :

M<sup>r</sup> BOUDJEMIL Oualid  
M<sup>r</sup> SMAIL Hakim

Encadré par :

M<sup>r</sup> BRARA Ali

Soutenu devant le jury composé de :

M<sup>r</sup> L.GUECHARI  
M<sup>r</sup> N.DEBABI  
M<sup>me</sup> T.BOUDINA

# REMERCIEMENTS

Toute notre gratitude, grâce et remerciement vont à dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre promoteur Mr A.BRARA (chargé de cours à l'Université de Bejaia) pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Toute notre gratitude va à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

# dedicace

Je dédie ce précieux travail

A mes très chers parents qui m'ont donné le courage, et m'ont guidé durant toute ma vie pour que je réussisse, je prie Dieu de les honorer et les rendre fiers de moi et de mon travail

Que Dieu les protège

A mes chers frères : Amine & Lyes

A mes chers grands parents

A tous mes oncles et tantes

A tous mes cousins et cousines

A tous les membres de la famille BOUDJEMIL

A Mr BOUDJELABBA Abdelghani (Ingénieur à la DTP)

A tous mes amis et collègues qui m'ont aidé à réaliser ce travail

A mes copins, en particulier Takfa

A mon ami binôme Hakim

A tous ceux qui me sont chers

A tous les enseignants de l'université de Bejaia, en particulier ceux de la faculté de technologie

*O.boudjemil*

# LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS

---

## Liste des figures

<b>Figure. I.1 : Exemple de routes</b>	5
<b>Figure.I.2: Les différentes parties de la route</b>	7
<b>Figure. II.1 : Localisation de la wilaya de Bejaïa</b>	9
<b>Figure. II.2 : Daïras de la de Bejaïa</b>	10
<b>Figure. II.3 : Localisation du projet</b>	10
<b>Figure. II.4 : Extrait de la carte topographique du bassin versant de l'Oued Amizour au 1/50</b>	11
<b>Figure .III.1: Naissance et évolution des dégradations dans le corps de chaussée</b>	19
<b>Figure .III.2: Quelque exemple de la dégradation</b>	20
<b>Figure .III.3: Eléments de la Clothoïde.</b>	29
<b>Figure .III.4: La 1<sup>ère</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec <math>V_B=40</math> km/h (tracé en plan)</b>	33
<b>Figure .III.5: La 2<sup>ème</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec <math>V_B=40</math> km/h (tracé en plan)</b>	34
<b>Figure .III.6: Raccordement de profil en long</b>	36
<b>Figure .III.7: Eléments nécessaires au profil en long</b>	37
<b>Figure .III.8: La 1<sup>ère</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec <math>V_B=40</math> km/h (profil en long)</b>	39
<b>Figure .III.9: La 2<sup>ème</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec <math>V_B=40</math> km/h (profil en long)</b>	40
<b>Figure .III.10: Les éléments du profil en travers</b>	41
<b>Figure .III.11: Différents types de profil en travers</b>	42
<b>Figure .III.12: Profil en travers type</b>	49
<b>Figure .III.13: Méthode de calcul des cubatures</b>	45
<b>Figure .III.14: Méthode de sarraus</b>	45
<b>Figure .III.15: Volume de terre</b>	46
<b>Figure .IV.1 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°1</b>	50
<b>Figure .IV.2 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°2</b>	50
<b>Figure .IV.3 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°3</b>	51
<b>Figure .IV.4 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°4</b>	51

---



# LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS

---

<b>Figure .IV.5 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°5</b>	52
<b>Figure .IV.6 : Coupe lithologique du Puits de reconnaissance N°6</b>	52
<b>Figure .IV.7 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°7</b>	53
<b>Figure .IV.8 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°8</b>	53
<b>Figure .IV.9: Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°9</b>	54
<b>Figure .V.1 : Les différents types de chaussées</b>	56
<b>Figure .V.2 : Coupe type d'une chaussée souple</b>	57
<b>Figure .V.3 : La démarche de catalogue</b>	61
<b>Figure .V.4 : Épaisseur selon CBR</b>	63
<b>Figure .V.5 : Épaisseur selon CTTP</b>	66
<b>Figure .VI.1 :Le phénomène du fluage</b>	71
<b>Figure .VI.2 : L'affaissement</b>	72
<b>Figure .VI.3 : Glissement plan</b>	72
<b>Figure .VI.4 : Glissement rotationnel simple</b>	73
<b>Figure .VI.5 : Glissement rotationnel complexe</b>	74
<b>Figure .VI.6: Les chutes de blocs et les écroulements</b>	74
<b>Figure .VI.7 : Progression d'un effondrement</b>	75
<b>Figure .VI.8 : Différentes phases de l'activité d'un glissement de terrain</b>	75
<b>Figure .VI.9 : Allègement en tête</b>	78
<b>Figure .VI.10 : Remblai de pied</b>	78
<b>Figure .VI.11 : Reprofilage</b>	79
<b>Figure .VI.12 : substitution partielle</b>	80
<b>Figure .VI.13: substitution totale des matériaux glissés</b>	80
<b>Figure .VI.14 : Tranchées drainantes</b>	81
<b>Figure .VI.15: Eperons drainantes</b>	81
<b>Figure .VI.16 : Stabilisation par drains subhorizontaux</b>	82
<b>Figure .VI.17 : stabilisation par drains verticaux</b>	83
<b>Figure .VI.18 : confortement par pieux</b>	84
<b>Figure .VI.19: Exemple d'ouvrage rigide (mur de soutènement)</b>	85
<b>Figure .VI.20: Paroi de palplanche</b>	86
<b>Figure .VI.21: Schéma de principe d'un tirant d'ancrage injecté</b>	87
<b>Figure .VI.22 : Les dimensions du mur (Robot expert)</b>	109
<b>Figure .III.23 : Présentation des moments (Robot expert)</b>	114
<b>Figure .VI.24 : Présentation de ferrailage (Robot expert)</b>	114

---

# LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS

---

<b>Figure .VI.25 : Plan de coffrage (Robot expert)</b>	115
<b>Figure .VI.26: Plan de ferrailage (Robot expert)</b>	116

## Liste des PHOTOS

<b>Photo. VI.1 : Vue du glissement</b>	71
<b>Photo .VI.2 : Les coulées boueuses</b>	75
<b>Photo .VI.3 : Un versant stabilisé par clouage</b>	84
<b>Photo .VI.4 : Exemple d'ouvrage souple : Mur en gabion</b>	<b>Photo</b> 86
<b>.VI.5 : l'implantation des plantes dans un talus</b>	88
<b>Photo.VI.6 : Localisation du site (PK 03+500)</b>	89
<b>Photo .VI.7 : Localisation du talus amont (PK 03+500)</b>	89
<b>Photo.VI.8 : Photo de sondage carotté (PK 03+500)</b>	90
<b>Photo.VI.9 : localisation du site (PK 04+300)</b>	92
<b>Photo.VI.10 : Photo de sondage carotté (PK 04+300)</b>	93
<b>Photo.VI.11 : localisation du site (PK 04+900)</b>	95
<b>Photo.VI.12 : Photo de sondage carotté (PK 04+900)</b>	96
<b>Photo .VI.13 : Affleurement du substratum marneux surmonté d'une couverture argilo-graveleuse (PK 05+100)</b>	98
<b>Photo.VI.14 : Substratum marneux fracturé et diaclases (PK 05+100)</b>	98
<b>Photo.VI.14 : Photo de sondage carotté (PK 05+100)</b>	99
<b>Photo .VI.15 : Localisation du site (PK 06+100)</b>	101
<b>Photo.VI.16 : Photo de sondage carotté (PK 06+100)</b>	101
<b>Photo .VI.17 : Localisation du site (PK 07+100)</b>	104

---

## Liste des tableaux

<b>Tableau .I. 1 : Typologie des routes</b>	6
<b>Tableau. II.1 : Environnement de la route</b>	14
<b>Tableau .III.1: Coefficient d'équivalence P</b>	21
<b>Tableau .III.2 : Valeur de la capacité théorique</b>	22
<b>Tableau .III.3 : Valeur de <math>k_1</math></b>	22
<b>Tableau .III.4 : Valeur de <math>k_2</math></b>	22
<b>Tableau .III.5: Résumé des résultats</b>	25
<b>Tableau. III.6 : Les rayons fondamentaux du projet</b>	28
<b>Tableau. III.7 : Paramètres fondamentaux du projet</b>	32
<b>Tableau. III.8 : Valeur de la déclivité maximale (B40)</b>	36
<b>Tableau .III.9: Rayons de raccordement convexes</b>	37
<b>Tableau .III.10: Rayons de raccordement concaves</b>	37
<b>Tableau .IV.1 : Récapitulatif des résultats des puits de reconnaissances</b>	48
<b>Tableau .IV. 2: Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire</b>	49
<b>Tableau .V.1 : Coefficient d'équivalence</b>	60
<b>Tableau .V.2 : Épaisseur réelle et équivalente</b>	63
<b>Tableau .V.3 : Type de réseau principal</b>	64
<b>Tableau .V.4 : Choix des matériaux</b>	64
<b>Tableau .V.5 : Classification du trafic</b>	65
<b>Tableau .V.6 : Classes de portance des soles <math>S_i</math></b>	65
<b>Tableau .V.7 : Récapitulatif des résultats<sup>66</sup></b>	
<b>Tableau .VI.1 : Classification selon l'activité en fonction de l'évaluation de la vitesse moyenne de glissement à long terme</b>	76
<b>Tableau .VI.2 : Classification selon la profondeur de la surface de glissement</b>	76
<b>Tableau .VI.3 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 03+500)</b>	90

<b>Tableau .VI.4 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 03+500)</b>	91
<b>Tableau .VI.5 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 04+300)</b>	94
<b>Tableau .VI.6 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 04+900)</b>	96
<b>Tableau .VI.7 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 04+900)</b>	97
<b>Tableau .VI.8 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 05+100)</b>	100
<b>Tableau .VI.9 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 06+100)</b>	102
<b>Tableau .VI.10 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 06+100)</b>	103
<b>Tableau .VI.11 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 07+100)</b>	105
<b>Tableau .VI.12 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 07+100)</b>	106
<b>Tableau .VI.13 : Récapitulatif des résultats de prédimensionnement</b>	108
<b>Tableau .VI.14 : Résultats du sol en amont (Robot expert)</b>	110
<b>Tableau .VI.15 : Résultats du sol en aval (Robot expert)</b>	110
<b>Tableau .VI.16 : Description des forces(Robot expert)</b>	111
<b>Tableau .VI.17: Récapitulatif des résultats des moments (Robot expert)</b>	114
<b>Tableau .VI.18 : Récapitulatif des résultats de ferrailage (Robot expert)</b>	115
<b>Tableau .VII.1 : Devis quantitatif et estimatif</b>	118

# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	1
<b>CHAPITRE I : Généralité</b>	
1. Définition de la géotechnique	3
2. La géotechnique routière	3
3. Démarche à entreprendre dans le cadre d'un projet de géotechnique routière	3
4. Les routes	4
5. Eléments de bases pour la réalisation des routes modernes	7
6. Modernisation des routes	8
<b>CHAPITRE II : Présentation du projet</b>	
1. Présentation de la région	9
2. Présentation du projet	13
3. Paramètres fondamentaux d'un tracé routier	14
4. Conclusion	15
<b>CHAPITRE III : Modernisation</b>	
1. Auscultation et diagnostique	16
2. Etude de trafic	19
3. Tracé en plan	25
4. Profil en long	35
5. Profil en travers	41
6. Cubature	44
<b>CHAPITRE IV : Etude géotechnique</b>	
1. Introduction	47
2. Essais in-situ	47
3. Essais au laboratoire	49
4. Conclusion	54
<b>CHAPITRE V : Dimensionnement de corps de chaussée</b>	
1. Introduction	55
2. Principe de la construction des chaussées	55
3. Notions sur les chaussées	55
3.1. Définition	56

---

# SOMMAIRE

---

<b>3.2. Les différents types de chaussées</b>	56
<b>4. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée</b>	57
<b>5. Les principales méthodes de dimensionnement</b>	58
<b>6. Structures adoptées</b>	61
<b>7. Application au projet</b>	62
<b>7.1. Méthode CBR</b>	62
<b>7.2. Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTTP »</b>	64
<b>8. Conclusion</b>	68
<b>CHAPITRE VI : Etude et confortement des sites de glissement</b>	
<b>1. Généralité</b>	70
<b>2. Techniques et moyens de confortement</b>	77
<b>3. Description des talus à conforter</b>	88
<b>4. Dimensionnement du mur de soutènement en béton armé de hauteur 5.50 mètre au PK 04+300</b>	107
<b>4.1. Le prédimensionnement du mur de soutènement : H=5.50m</b>	107
<b>4.2. Calcul de stabilité</b>	108
<b>CHAPITRE VII : Devis quantitatif et estimatif</b>	
<b>1. Introduction</b>	117
<b>2. Le montant total de projet</b>	118
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	119
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXE</b>	

---

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Depuis l'antiquité, l'histoire de l'homme est indissociable de celle du transport, à partir du troisième millénaire, la route présente un élément indispensable d'échanges, d'ouverture, et de développement économique. La modernisation, l'entretien et l'exploitation du réseau routier constitue à cet effet un véritable investissement pour chaque pays du monde.

La route n'est pas la seule infrastructure de transport, on trouve aussi d'autres moyens comme le chemin de fer, les voies aériennes et les voies maritimes, mais le transport routier est dominant, et même si les technologies de l'information se développent, les déplacements routiers liés tant à la vie quotidienne qu'au tourisme sont des réalités incontournables pour encore de nombreuses années.

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale. La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation.

Un projet géotechnique se déroule de façon judicieusement organisée et comporte différentes étapes dont Les reconnaissances géotechniques, La classification des sols, les études, condition de mise en place des matériaux, et Contrôle qualité et réception de la plateforme sur chantier

Il est aussi nécessaire d'approfondir les études menées sur les matériaux de chaussées et en particulier, les bitumes et les enrobés bitumineux. Ces études doivent s'appliquer à terme, au dimensionnement des chaussées. Un effort important se concentre dans la compréhension, aussi bien au laboratoire que sur la route, de la performance des enrobés bitumineux dans les chaussées tel que la résistance à l'orniérage, la résistance au retrait thermique et la résistance à la fatigue.

C'est dans la maîtrise de ces performances fondamentales et particulièrement celle de la résistance à la fatigue que l'on peut contribuer à accroître la durée de vie des couches de roulement. La fatigue est l'un des principaux modes de ruine des chaussées bitumineuses. Ce phénomène conditionne par ailleurs leur dimensionnement et ainsi que dans tous les pays possédant une méthode rationnelle de dimensionnement.

La géotechnique routière est l'application de la géotechnique au domaine routier. Elle concerne :

- Les travaux de terrassement (utilisation du sol comme matériaux de construction en déblai/remblai).
- Les soutènements et stabilisation de talus.
- Les fondations des ouvrages d'art.



Le géotechnicien doit ainsi répondre à un triple défi, assurer la stabilité à long terme du projet, optimiser la valorisation des matériaux du site et limiter l'impact sur le milieu naturel et le paysage.

C'est précisément ce type de compromis qu'il a été intéressant d'intégrer dans le cadre de la recherche d'une solution intermédiaire qui est la technique de *modernisation*.

On entend par modernisation l'ensemble des actions suivantes :

- Renforcement (problèmes de portance).
- Rectifications géométriques.
- Problèmes de dépendances de la route aux actions de sécurité (signalisation, points noirs), accompagnées des actions d'amélioration du système de drainage, réunies afin d'améliorer l'état et le niveau de service d'une chaussée.

L'importance de cette étude est d'assurer la fluidité du trafic, dont souffre la ville *d'Amizour* actuellement de la saturation et de l'étroitesse de son réseau routier. Et son objectif est d'améliorer la lisibilité de la route et la perception qu'en a l'utilisateur et de réduire ainsi les risques d'accidents et la difficulté de la conduite.

Dans la dernière partie de ce travail un certain nombre de pathologies liées notamment à des glissements de terrain localisés ont fait l'objet d'un traitement spécial et des solutions de soutènements ont été proposées à cet effet.

# Généralité

## 1. Définition de la géotechnique :

*La géotechnique* est une discipline qui étudie le comportement des terrains constitutifs de notre planète en relation ou non avec la construction d'ouvrage par l'homme.

La géotechnique s'inscrit dans une *démarche de science expérimentale* dont la connaissance s'appuie sur *l'observation et la mesure* permettant :

- la compréhension des phénomènes.
- leur modélisation à des fins d'actions.

Les résultats seront à leur tour observés, mesurés, analysés etc. La géotechnique s'appuie, entre autre, sur les différentes sciences de la terre qui sont :

- La géologie.
- La géophysique.
- La mécanique des sols et mécanique des roches.
- L'hydrologie et l'hydrogéologie.

La géotechnique comme toutes disciplines de l'aménagement (*durable*) des territoires est au service des aménageurs et non l'inverse.

## 2. La géotechnique routière :

### 2.1. Définition :

La géotechnique routière est l'application de la géotechnique au domaine routier. Elle concerne :

- Les travaux de terrassement (utilisation du sol comme matériaux de construction en déblai/remblai).
- Les soutènements et stabilisation de talus.
- Les fondations des ouvrages d'art.

### 2.2. Déroulement d'un projet géotechnique routier :

Un projet géotechnique se déroule de la façon suivante :

- Les reconnaissances géotechniques.
- La classification des sols.
- Les études.
- Condition de mise en place des matériaux.
- Contrôle qualité et réception de la plate-forme sur chantier.

## 3. Démarche à entreprendre dans le cadre d'un projet de géotechnique routière :

Sa mission consiste à définir les contraintes géotechniques du site « s'exerçant » sur le projet d'infrastructure (contraintes de stabilité) et à caractériser les matériaux (sols, roches) en proposant leur valorisation dans l'ouvrage routier (remblais, couche de forme, voire structure de chaussées).

Dans un *premier* temps, le géotechnicien réalise un état des lieux de la nature du sol afin de préciser ses caractéristiques et les difficultés susceptibles d'être rencontrées. Ce travail permet de définir les principes techniques compatibles avec les caractéristiques géotechniques et de stabilité des matériaux (pente des talus,...), les contraintes hydrogéologiques, mais aussi avec la géométrie du projet (profil en long et en travers).

Dans un *deuxième* temps, le géotechnicien contribue à l'étude du projet de terrassements proprement dit. Les volumes de terrains générés en déblais et les volumes créés en remblais doivent, dans l'idéal, s'équilibrer. L'étude de terrassements doit proposer « des destinations privilégiées » au sein de l'ouvrage routier (en remblais, partie supérieure des terrassements, en couche de forme, en aménagements paysagers...). Ces déplacements de matériaux constituent le mouvement des terres.

Toute opération modifiant l'équilibre des terres a une conséquence directe sur le coût des travaux de terrassement et sur le parti d'aménagement général.

Le géotechnicien doit ainsi répondre à un double défi, assurer la stabilité à long terme du projet routier et optimiser la valorisation des matériaux du site. Le mouvement des terres constitue l'aboutissement de l'étude géotechnique et un document de base pour l'élaboration du projet de terrassements.

## **4. Les Routes :**

### **4.1. Historique des infrastructures routières :**

L'histoire de la route est indubitablement attachée au développement de l'humanité et des civilisations. La civilisation romaine a véritablement marquée de son empreinte une partie de l'Europe par l'aménagement d'infrastructures, qu'elles soient viaires ou bien d'adduction d'eau potable. Leur conception leur a permis d'en laisser trace jusqu'à nos jours.

Il est important de noter que l'histoire des routes est aussi liée à la volonté d'expansion des nations et donc des besoins de leurs armées. Il est alors nécessaire de pouvoir déplacer des troupes et de l'armement rapidement à travers de nouveaux pays.

Ces voies sont alors assez rapidement marquées par leur capacité à supporter la circulation de chars tirés par des attelages bovins. Il est nécessaire dans ces conditions qu'elles disposent de la résistance mécanique nécessaire. La notion de chaussée est inventée. Les romains utilisent alors des matériaux minéraux durs sous forme de blocs. Les techniques utilisées proviennent de la maçonnerie, on donne alors à la route une forme bombée, ce qui permet le report des efforts sur les bords de chaussée qu'il suffit alors de caler. Cette technique sera utilisée pendant près de 20 siècles.

Il est important de noter que l'histoire nous apporte ensuite la confirmation que de nombreuses civilisations aux visées expansionnistes ont appuyé leur développement sur une maîtrise de la communication en général et des infrastructures routières en particulier.

La route a eu donc une fonction militaire, économique, social et commerciale...etc.

#### 4.2. Définition :

La **route** est une voie terrestre sur un sol ou un viaduc qui permet la circulation de véhicules à roues. À la fin du 20ème siècle, de nombreuses routes étaient des pistes de cailloux ou de sol damé, pourtant largement évolué avec le temps.

#### 4.3. Types de routes :

Les routes sont classifiées selon plusieurs critères :

- **Le statut administratif** : continentales, autoroutes, nationales, départementales, voies...
- **Leur fonctionnalité** : de grande liaison, de transit, multifonctionnelles.
- **Contexte géographique** : urbaines, interurbaines, forestières, de montagnes, littorale.
- **Type d'usagers** : véloroute, rues piétonnes...
- **Mode d'exploitation et financement** : gérées par un service public, concédées.
- **La nature du revêtement** : revêtues, non revêtues ou en terre.

#### ✚ Classification selon la fonctionnalité :

On s'intéresse généralement, à la classification selon la fonctionnalité qui permet la conception de la route et le choix des matériaux de construction. On distingue alors trois types de routes (**R**, **T**, et **L**) (**figure .I.1**) de caractéristiques résumées dans le **tableau .I.1** :

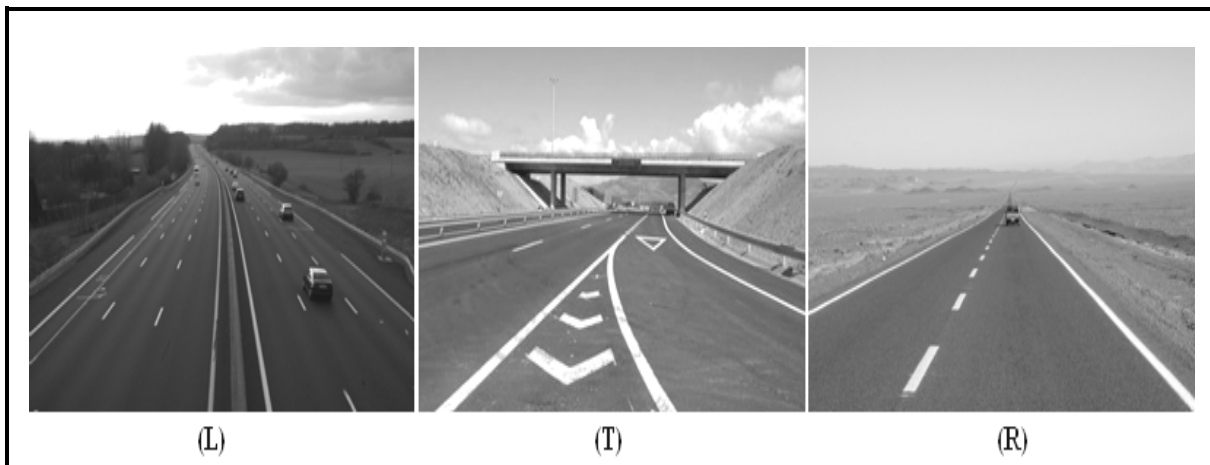


Figure .I.1 : Exemple de routes.

Tableau .I. 1 : Typologie des routes.

Types de Routes	R (routes multifonctionnelles)		T (transit)	L (liaison)
	Routes	Artères interurbaines	Routes express (à une chaussée)	Autoroutes
Nombre de chaussées	1 chaussée (à 2 ou 3 voies)	2 chaussées	1 chaussée (à 2 ou 3 voies)	2 chaussées
Carrefours	Plans ordinaires, ou giratoires	giratoires ou plans sans traversée du T.P.C	dénivelés	dénivelés
Accès	selon les cas, sans accès ou accès possibles	si accès, pas de traversée du TPC	sans accès riverains	sans accès riverains
Limitation de vitesse hors agglomération	90 km/h	110 km/h ou 90 km/h	90 km/h	130 km/h ou 110 km/h
Traversée d'agglomération	oui, éventuellement	oui, éventuellement	Non	Non
Catégories possibles	R60 ou R80	R100 ou R80	T80 ou T100	L100 ou L120
Domaine d'emploi	liaison à courte ou moyenne distance	liaison à courte ou moyenne distance	liaison à moyenne ou grande distance	liaison à moyenne ou grande distance
Trafic à terme	Trafic moyen (1 chaussée)	Fort trafic (2 chaussées)	Trafic moyen	Fort trafic
Type de sécurité	Voies principales en milieu rural	Voies principales en milieu rural	Voies isolées de leur environnement	Voies isolées de leur environnement

#### 4.4. Les différentes parties de la route :

Les différentes parties de la route sont : (voir la **figure .I.2**)

- **TERRAIN NATUREL** : avant tout travaux, ou prépare après exécution des terrassements.
- **L'EMPRISE** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

- **L'ASSIETTE** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- **PLATE-FORME** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- **CHAUSSÉE** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.
- **ACCOTEMENTS** : zones latérales de la PLATE-FORME qui bordent extérieurement la chaussée. L'accotement est constitué de la berme et de la bande dérasée.

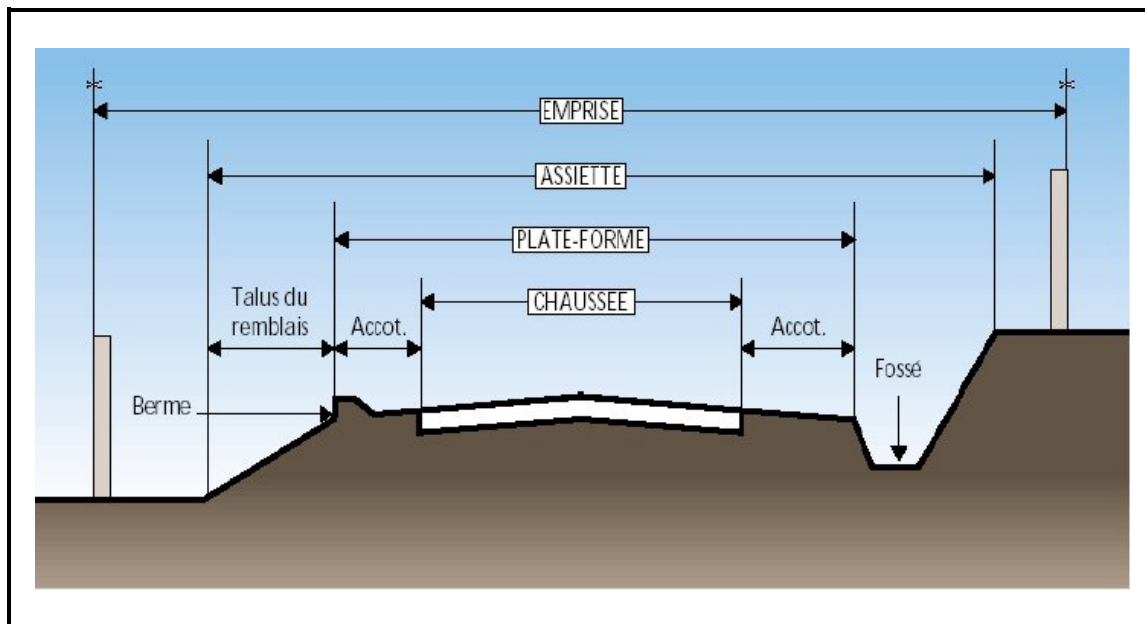


Figure .I.2: Les différentes parties de la route.

## 5. Éléments de base pour la réalisation des routes modernes :

Pour la détermination des caractéristiques d'une route, trois éléments essentiels doivent être pris en compte :

- **Le trafic routier** : (ou le volume de la circulation), c'est –à-dire l'ensemble des véhicules qui passent dans une unité de temps sur la route. Les véhicules routiers sont : les automobiles, les tracteurs, les camions, les cycles et les motos...Etc. le trafic routier est établi par des comptages périodiques ou continus. Le nombre de véhicules utilisés a augmenté et augmentera à la suite, et le trafic routier prend des proportions géantes. L'accroissement du trafic routier pose des problèmes complexes et intervient surtout pour la détermination des caractéristiques des profils en travers et de résistance de la chaussée.
- **La vitesse de circulation** : dénommée aussi vitesse de référence qui est fixée d'après l'importance de liaison assurée par la route ainsi que d'après les conditions géographiques. Les vitesses d'aujourd'hui sont augmentées et conditionnent évidemment les caractéristiques du tracé, du profil en long et limitent la vitesse maximum.
- **Les caractéristiques constructives des véhicules** : en principe, le poids total (avec charge), leur largeur et leur longueur. Ces caractéristiques conditionnent aussi l'établissement des éléments du tracé, du profil en long et du profil en travers.

## **6. Modernisation des routes :**

La modernisation d'une route touche l'ensemble des travaux, tel que :

- La suppression des virages dangereux et la réduction des pentes et rampes.
- L'élimination des pertes de tracé.
- L'élargissement de l'emprise de la route.
- Le remplacement des ouvrages hydrauliques
- Le revêtement de la chaussée.
- Le renouvellement de la signalisation horizontale et verticale.

La totalité de ces travaux concourt certainement à l'élévation du niveau de sécurité. L'objectif de la modernisation est d'améliorer la visibilité de la route et la perception qu'en a l'utilisateur et de réduire ainsi les risques d'accidents et la difficulté de la conduite.

Donc la modernisation offre la possibilité d' :

- Une réduction des accidents par la suppression des virages dangereux.
- Un gain de temps par l'augmentation de la vitesse de base.
- Un afflux des usagers.



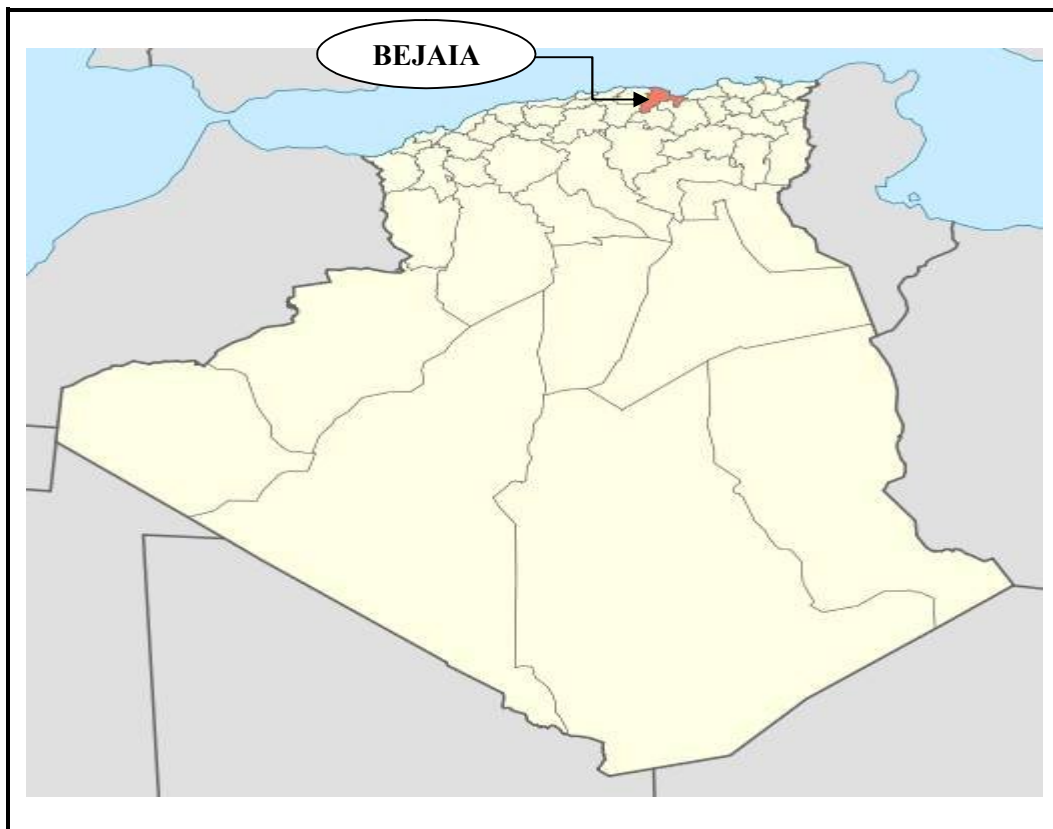
# Présentation du projet

## 1. Présentation de la région :

Notre projet consiste en la modernisation du Chemin de Wilaya n°158 (CW158) sur 27 Km. Il se trouve dans la wilaya de **Bejaïa**.

### 1.1. Situation géographique :

La wilaya de **Bejaïa** se situe au nord du pays. Elle est délimitée au **nord** par la **Méditerranée**, à **l'ouest** par les wilayas de **Tizi-Ouzou** et **Bouira**, à **l'est** par les wilayas de **Sétif** et **Jijel** et au **sud** par la wilaya de **Bordj Bou Arreridj**. (Voir **figure II.1**).



**Figure. II.1 : Localisation de la wilaya de Bejaïa.**

Elle est située sur le rebord d'un plateau côtier, d'une superficie de 3268 km<sup>2</sup> (36<sup>ème</sup> en Algérie). Sa population totale est de 912577 habitants (12<sup>ème</sup> en Algérie) avec une densité de 279 hab /km<sup>2</sup>. Est constituée de 19 daïras et 52 communes. (Voir **figure II.2**)

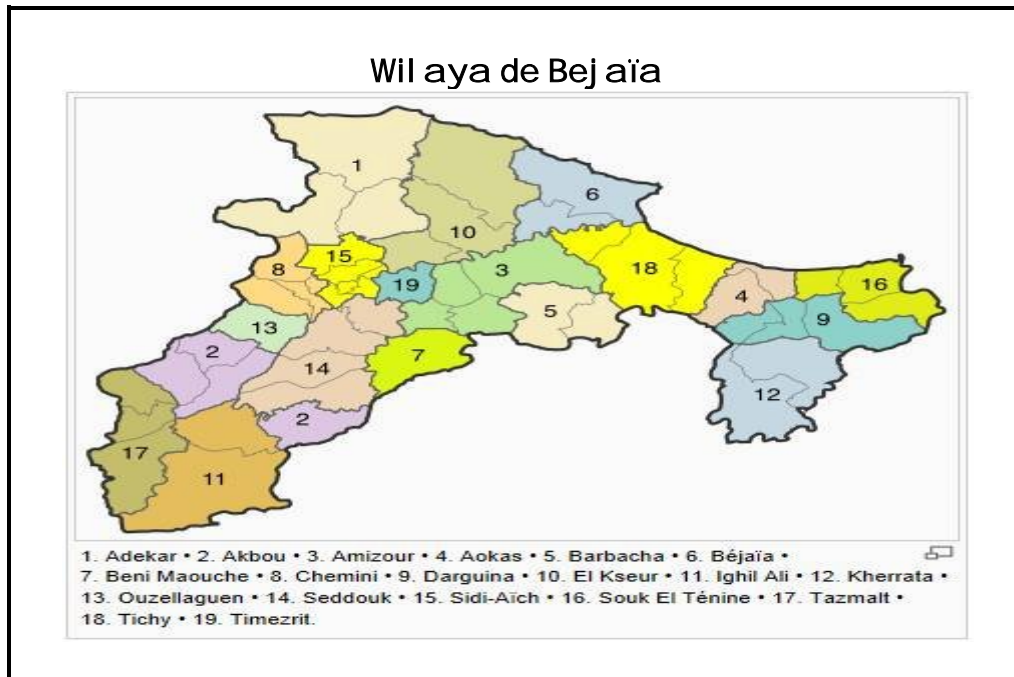


Figure.II.2 : Daïrasde la wilaya de Bejaïa.

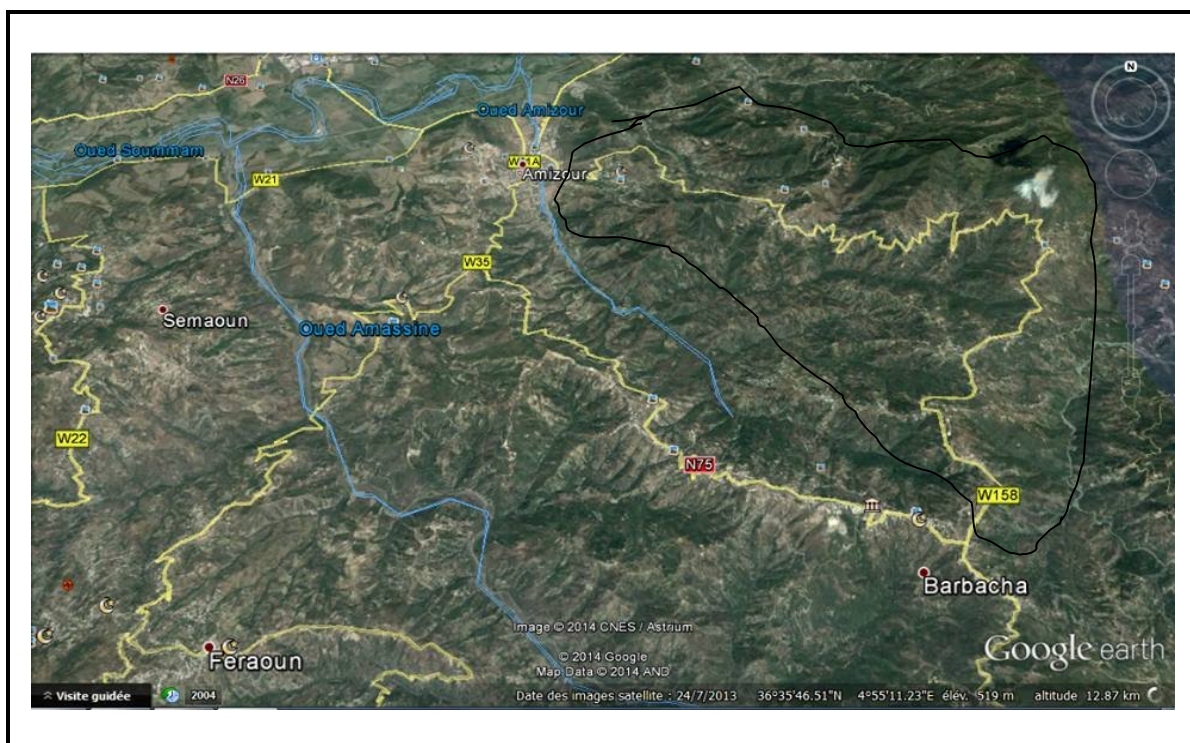
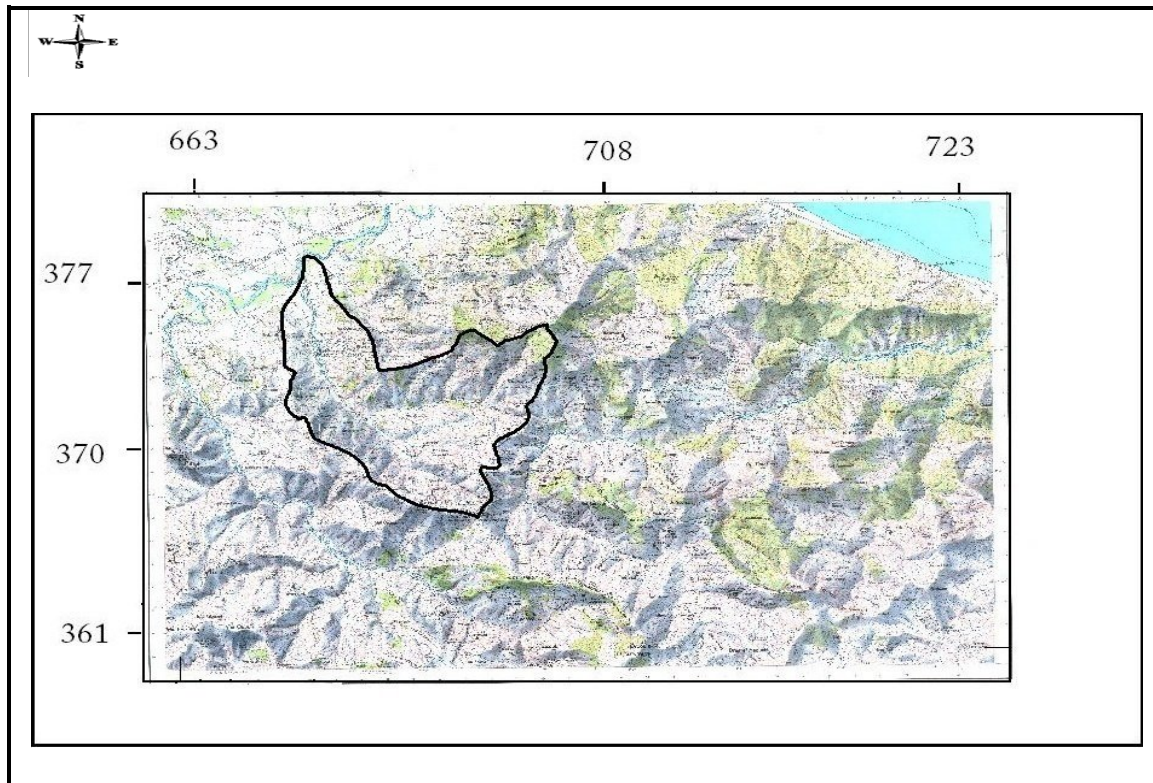


Figure. II.3 : Localisation du projet.

## 1.2. Topographie de la région :

La zone d'étude correspond à la partie inférieure du bassin versant de *l'Oued Amizour*, qui correspond à l'un des nombreux sous bassin versants *d'Oued Soummam*.



**Figure.II.4 :Extrait de la carte topographique du bassin versant de l'Oued Amizour au 1/50.**

Sur la rive gauche, la première ligne de crête à sommet étroit est constituée par un ensemble collinaire au Nord, aux formes lourdes avec des versants convexo-concaves qui culminent à 245-298m laissant place vers le Sud à une arête aigüe dont les altitudes augmentent en direction du Sud, passant de 248m à Debbah à 411m à Tizi el had 578m à Taourirt el had, 750m à Souk et Tlata des Barbacha.

Les versants sont ici à pente forte, couverts et parcourus par de nombreux ravins au profil en V (Irhzer n-Tsiar, El Achouch, et IrhilBeschouali) qui rejoignent l'Oued Amizour.

Au-delà de la localité d'El Keitoun, on atteint le haut bassin versant (de l'Oued Amizour), la ligne de crête change d'orientation et prend une direction SW-NE pour atteindre le massif de djebel Tizi Ouchéne 941 m pour bifurquer vers l'Ouest passant par Tagroudja 550m avant de reprendre une direction Sud Nord.

Dans cette partie que l'on peut qualifier de haut bassin versant, les versants sont très découpés par une multitude de ravins au profil en V (Irhzerlahla, Oued Idir et Oued Aouana). Le réseau de drainage est assez dense.

Ce bassin est constitué de deux unités topographiques qui sont :

- La vallée d'Oued Amizour proprement dite, étroite dans sa partie amont (100m environ) et qui s'élargit à la partie aval où elle atteint 400 m à 500m. Les altitudes au niveau de la vallée sont décroissantes du Sud vers le Nord passant de 106m à moins de 50m à la confluence avec l'Oued Soummam.



- De part et d'autre de cette vallée, deux lignes de crête au tracé sinueux, constituent les deux interfluves.

### 1.3. Géologie de région :

La région de Bejaia qui englobe notre secteur d'étude fait partie des chaînes des maghrébines, plus précisément du domaine septentrional ou zone interne des maghrébines formé par les massifs anciens (petite et grande Kabylie) côtiers avec leurs couvertures mésozoïques et qui reposent en discordance sur le paléozoïque.

### 1.4. Hydrologie et hydrogéologie de la région :

Les versants sont ravinés par de nombreux thalwegs créant ainsi un chevelu hydrographique dense. Ces derniers constituent des couloirs naturels favorisant des ruissellements des eaux pluviales.

Ces eaux pluviales provoquent des érosions régressives le long des talus des thalwegs provoquant ainsi des glissements.

Une partie de cette eau se déverse dans les oueds à régimes irréguliers, se caractérise par une période de hautes eaux (hiver) et par une durée d'étiage en été et une autre partie s'infiltré à travers la couverture d'argiles marneuses, schistes et éboulis schisteux.

Le régime hydraulique est temporaire sec en été et torrentiel en hiver, Les sources sont abondantes sur le versant.

### 1.5. Sismicité de la région :

La région de Bejaia n'est pas épargnée par le phénomène sismique, provoquant ainsi des désordres dans le milieu urbain. Elle a été plusieurs fois secouée par les séismes.

Les données du **CRAAG** montrent qu'elle est très active en secousses de moyennes intensités. Le mécanisme générateur est essentiellement lié à la présence d'un pli-faille à **Kherrata**(50 Km à l'est de la ville de Bejaïa).

Dans le passé, plusieurs séismes avaient fortement ébranlés la région, provoquant des pertes humaines et des désordres importants sur les bâtisses.

### 1.6. Climat et pluviométrie :

La région est située dans une zone montagneuse à climat semi- aride continental, les écarts de température sont assez marqués (*de l'ordre de -10°C en hiver et 42°C en été[2012]*). Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 800 mm et l'enneigement est important en hiver.

### 1.7. Géologie du site :

Le tracé traverse des formations mésozoïques du massif parautochtone des Babors : il s'agit des formations suivantes :

- **Complexe marneux Crétacé** : ce sont des argilites intercalées avec des bancs calcaires.
- **Complexe schisteux métamorphique Liasique** : affleurant près du village de Barbacha, représenté par des schistes siliceux.
- **Complexe marno-calcaire Liasique** : ce sont des marno-calcaire alternant avec des argilites beiges et grises.

Sur ces formations qui constituent le substratum, reposent des formations quaternaires de type éboulis de pente et produits d'altération des sols en place constitués par des argiles marneuses.

Ainsi le long du tracé Les formations argilo-marneuses et marnes schisteuses affleurent le long des talus routiers.

## 2. Présentation du projet :

### 2.1. Introduction :

Notre projet de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme de master en géotechnique pour objectif de réaliser une étude de modernisation du CW 158 sur 27 kms, allant du centre-villed'**Amizour** (PK00+000) jusqu'à **Barbacha** (PK 27+000).

Cette étude comporte deux (02) volets à savoir :

- Modernisation du tracé.
- Etude et confortement des sites de glissements.

### 2.2. Localisation du projet :

Le site du projet est situé au Sud-Sud Est du chef-lieu de la wilaya de Bejaia. Il est localisé entre le centre-villed'**Amizour** (PK 00 +000) et **Barbacha** (PK 27+000).

Suite à tout ce qui suit, on s'intéressera à l'étude du tronçon **PK 03+500** jusqu'à **PK 7+500** (04 Km).

### 2.3. Objectif et l'importance du projet :

L'un des objectifs principaux de la présente étude est d'assurer la fluidité du trafic, dont souffre la ville **d'Amizour** actuellement de la saturation et de l'étroitesse de son réseau routier.

La modernisation du **CW158** permet de diminuer le trafic de la principale route Nationale **N°75**, qui relie **Bejaia** au Sud-Est du pays ainsi que la déviation du village **d'Amizour** pour les habitants des localités avoisinantes.

## 3. Paramètres fondamentaux d'un tracé routier :

### 3.1. Niveau de service :

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

- La qualité de service assurée à l'utilisateur.

- L'intensité du trafic et sa composition.
- Caractéristiques topographiques.

### 3.2. Environnement de la route :

L'environnement de la route est caractérisé par deux indicateurs la dénivelée cumulée moyenne et la sinuosité.

- La dénivelée cumulée moyenne en km :  $h/L$  permettant de mesurer la variation longitudinale du relief.

Avec

- ❖  $h$  : dénivelée totale =  $\sum h_i = \sum p_i \cdot l_i$ .
- ❖  $L$  : longueur itinéraire.

- Sinuosité :

$\sigma = \frac{L_s}{L}$ , (longueur sinueuse des sections dont  $R_i < 200$  )  $L$  totale

Les trois types d'environnement  $E_i$  distingués résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Tableau. II.1 : Environnement de la route.

Relief \ Sinuosité	Sinuosité		Faible	Moyen	Forte
	$\leq 0.1$	$0.1 < \leq 0.2$	$\leq 0.1$	$0.1 < \leq 0.2$	$> 0.2$
<b>Plat</b> $\leq 0.1$ %	$E_1$	$E_2$	-		
<b>Vallonné</b> $0.1 < \leq 0.2$ %	$E_2$	$E_2$	$E_3$		
<b>Montagneux</b> $\leq 0.2$ %	-	$E_3$	$E_3$		

### 3.3. La catégorie de la route :

Les routes sont classées en *cinq* (05) catégories se distinguant par le niveau de leurs caractéristiques de tracé en plan et de profil en long. Le choix de la catégorie résulte de l'importance économique de la route.

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques, les centres d'industrie lourde.
- **Catégorie 2** : Liaison entre les centres d'industrie de transformation.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra de wilaya non desservis par le réseau précédent avec le réseau de catégories 1 et 2.
- **Catégorie 4** : Liaisons des centres de vie avec le réseau des catégories 1 et 3.
- **Catégorie 5** : Route, piste non comprises dans les catégories précédentes.

Etude de modernisation du CW158 sur 04km (PK 03+500 au PK 07+500)

Chapitre

03

**Modernisation**



### 3.4. Vitesse de référence :

*La vitesse de référence* est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire et pour la corrélation de ces paramètres entre eux. Elle dépend de la catégorie, de l'environnement et de la politique économique du pays.

### 4. Conclusion :

Notre tronçon est une route de catégorie *C4*, dans un environnement *E<sub>3</sub>*(moyen-difficile) avec une vitesse de base **40 Km/h**.

## 1. Auscultation et diagnostique :

### 1.1. Généralité :

Les structures de chaussée sont constituées de différentes couches de matériaux traités ou non qui remplissent des rôles bien déterminés :

- Les couches inférieures : ce sont la couche de base et la couche de fondation qui ont un rôle de résistance mécanique aux efforts verticaux. D'autres couches peuvent être rajoutées telle qu'une couche drainante qui protégera contre les remontées capillaires, une couche anti contaminant pour protéger les couches au-dessus des remontées de particules et dans certains cas une couche de forme pour améliorer la portance dans les zones où le sol support présente de faibles caractéristiques.
- Quand la couche supérieure dite couche de roulement, elle assure le confort et la sécurité de l'utilisateur en reprenant les efforts tangentiels.

### 1.2. Facteurs influents sur les dégradations des chaussées:

Il arrive que les couches de la chaussée subissent des dégradations dues à des agressions des facteurs externes et finissent par ne plus accomplir leurs rôles convenablement. Ces facteurs sont simultanément cause et effet, c'est-à-dire que la ou les dégradations apparues deviennent la cause de nouvelles dégradations.

Chaque facteur a une action prépondérante mais temporaire et aléatoire et il convient d'être très prudent quant à la valeur de cette influence ; faire un bilan de ces facteurs en fonction des différents types de dégradation ne constitue qu'une approche du problème.

Il est possible de classer les causes de dégradations suivant *quatre* (04) critères :

- Le trafic.
- Environnement
- Défaut de conception ou d'exécution.
- Le manque d'entretien.
- 

### 1.3. Description et classification des principales dégradations :

Les principales dégradations relevées sur la chaussée souple peuvent être classées en quatre grandes familles qui sont :

#### 1.3.1. Les déformations :

Il s'agit de dégradations entraînant une modification de la route donnant à la surface de la chaussée un aspect différent de celui désiré. Ces déformations qui prennent naissance dans le corps de la chaussée, affectent en général les couches inférieures pour atteindre ensuite la couche de roulement. Ils peuvent se distinguer selon leur forme ou leur localisation comme suit :

- **Tassement** : Abaissement du niveau de la chaussée.

- **Affaissement** : variation du niveau du profil longitudinal aussi bien suivant l'axe que la rive ou transversal, ils peuvent être localisés ou généralisés.
- **Flache** : dépression localisée en forme arrondie ou ovale.
- **Bourrelet** : renflements apparaissant à la surface de la chaussée suivant un profil longitudinal ou transversal.
- **Tôle ondulée** : ondulations régulières et reprochés perpendiculaires à l'axe de la chaussée, rencontrées fréquemment sur les routes non revêtues.
- **Bosses** : soulèvement localisé de la chaussée.
- **Ornières** : dépression longitudinale se développant sous le passage des roues.

### 1.3.2. Les fissures :

Elles sont définies comme étant une cassure du revêtement suivant une ligne avec ou sans rupture du corps de chaussée. Elles peuvent intéresser aussi bien la couche de roulement seule, qu'une partie ou la totalité du corps de chaussée. Elles peuvent se distinguer comme suit.

- **Faïençages** : cassures en mailles du revêtement. On distingue le faïençage à mailles fines ou peaux de crocodile et le faïençage à mailles larges.
- **Fissures longitudinales et transversales** : suivant l'axe ou la rive ou transversales.

### 1.3.3. Les arrachements :

Il s'agit de désordres affectant en général la couche de roulement.

- **Désenrobage** : décollement de la pellicule de liant enveloppant le matériau enrobé.
- **Plumage ; Peignage** : arrachement de gravillons de revêtement.
- **Nids de Poule** : cavités de tailles variées et de forme arrondies à bords francs ; créées à la surface de la chaussée par enlèvement des matériaux.
- **Pelades** : arrachements par plaques plus ou moins grandes de l'enrobé de la couche de roulement.
- **Epaufures** (dégradation de rive) : cassure du revêtement au bord de la chaussée.

### 1.3.4. Les remontées :

Il s'agit d'apparition en surface de matériaux (eau ; boue ; liant et sel) provenant en général des couches inférieures et affectant la couche de surface sauf dans le cas du ressuage qui, pour les chaussées souples, se développe dans la couche de roulement.

- Les remontées d'eau : zone humide à la surface du revêtement.
- Les remontées de boue : arrivée de l'argile à la surface du revêtement
- Les remontées du liant (ressuage) : zone plus ou moins localisée ou un excès de liant apparaît en surface.

## 1.4. Evolution des dégradations (notion d'intensité) :

L'évolution des dégradations peut se dérouler de deux façons différentes :

- L'évolution d'une dégradation unique.
- L'évolution d'une dégradation ; cause de l'apparition d'autres dégradations.

#### 1.4.1. L'évolution d'une dégradation unique :

L'évolution d'une dégradation seule est la moins fréquente, l'évolution en surface se déroule plus ou moins rapidement ; mais peut être suivie quantitativement : par exemple ; dans le cas de faïençage il est aisé de connaître la dimension moyenne de la maille ; et la surface de la couche de roulement atteinte. Il est très rare à moins de détruire la chaussée de connaître la profondeur à laquelle s'arrêtent la dégradation et les conséquences qu'elle a entraînées, dans ce cas ; il n'est possible de prendre en compte que l'intensité « surfacique ».

#### 1.4.2. L'évolution d'une dégradation ; cause de l'apparition d'autres dégradations :

C'est le cas le plus fréquemment rencontré et le plus complexe. Les évolutions sont très difficiles à suivre car elles ne sont pas toujours constantes. Une dégradation qui a rapidement évoluée, peut rester dans un état stationnaire ou évoluer lentement tandis qu'une autre prend naissance. Il est à remarquer toutefois, que dans de nombreux cas, il existe des chaînes de dégradations (affaissement  $\Rightarrow$  fissures  $\Rightarrow$  faïençage  $\Rightarrow$  nid de poule).

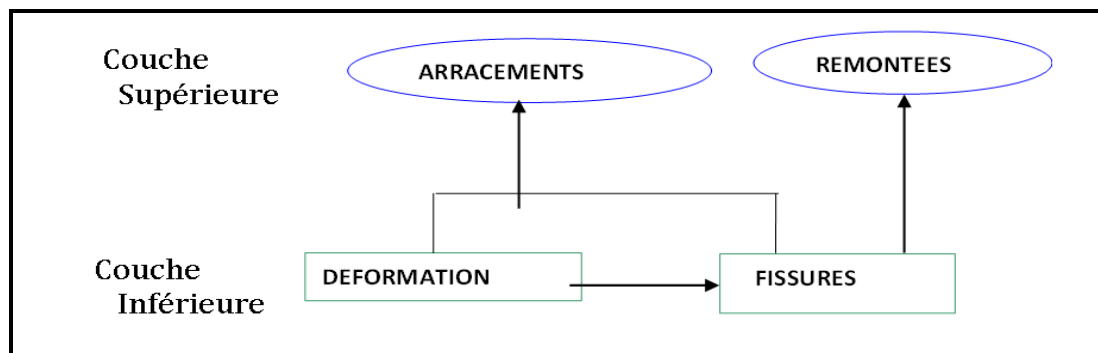


Figure .III.1: Naissance et évolution des dégradations dans le corps de chaussée.

#### 1.5. Etat actuel de la chaussée :

Afin de donner une description générale de l'état actuel de la chaussée, nous avons effectué une visite de site qui nous a permis de relever les données essentielles concernant la modernisation du CW158, qui est inscrit dans sa majeure partie dans les rases compagnes.



Figure .III.2: Quelque exemple de la dégradation.

## 2. Etude de trafic :

### 2.1. Introduction :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport. Elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà, les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'aux épaisseurs des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

Cette opération constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région. Elle représente une partie appréciable des études de transport et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- ❖ Apprécier la valeur économique des projets.
- ❖ Estimer les coûts d'entretiens.
- ❖ Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

### 2.2. Analyse du trafic :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

### 2.2.1. La mesure du trafic :

Cette mesure est réalisée par des différents procédés complémentaires.

#### 2.2.1.1. Les comptages :

Ils permettent de quantifier le trafic. On distingue deux types de comptage :

- ❖ Les comptages manuels.
- ❖ Les comptages automatiques.

#### Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage des poids lourds et les transports en communs. Le trafic est exprimé en moyenne journalière annuelle (**T.J.M.A**).

#### Le comptage automatique :

Il est effectué à l'aide d'appareilles d'enregistrement comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu aux extrémités de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

- **Le comptage permanent** : Il est réalisé en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et les chemins de Wilaya les plus circulés.
- **Les comptages temporaires** : Ils s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période Oû le trafic est intense sur le reste des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournants.

### 2.3. Calcul de la capacité :

#### 2.3.1. Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum de véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route. La capacité dépend de:

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Du type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

#### 2.3.2. Projection future du trafic :

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

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

Avec :

- ❖  $TJMA_h$ : le trafic à l'année horizon.
- ❖  $TJMA_0$ : le trafic à l'année de référence.
- ❖  $n$ : nombre d'année.
- ❖  $\tau$ : Taux d'accroissement du trafic (%).

### 2.3.3. Calcul de trafic effectif :

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

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

Avec :

- ❖  $T_{eff}$ : trafic effectif à l'année horizon en (**uvp/j**).
- ❖  $Z$  : pourcentage de poids lourd.
- ❖  $P$  : coefficient d'équivalence pour les poids Lourd. (voir le **tableau .III.1**).

**Tableau .III.1: Coefficient d'équivalence P.**

Nombre de voies \ Environnement	E1	E2	E3
	2 voies	3	6
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

### 2.3.4. Débit de pointe horaire normal :

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

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

Avec :

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

### 2.3.5. Débit horaire admissible :

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

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

Avec :

- ❖  $C_{th}$ : capacité théorique. (voir le **tableau .III.2**).
- ❖  $K_1$  et  $K_2$  : coefficients correcteurs. (voir les **tableaux.III.3 et .III.4**).

**Tableau .III.2 : Valeur de la capacité théorique.**

Type de route	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

**Tableau .III.3 : Valeur de  $k_1$ .**

Environnement	E1	E2	E3
$K_1$	0.75	0.85	0.90 à 0.95

**Tableau .III.4 : Valeur de  $k_2$ .**

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1 : facile	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2 : moyen	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3 : difficile	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98

### 2.3.6. Détermination du nombre des voies :

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :** on compare  $Q$  avec  $Q_{adm}$  et on adopte le profil auquel correspond la valeur de  $Q_{adm} \geq Q$ .
- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :** le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport  $N$  :

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

Avec :

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



## 2.4. Application au projet :

### ✚ Les données de trafic:

Les données du trafic qui nous ont été fournis par la direction des travaux publics (*DTP*) sont les suivantes :

- Trafic à l'année  $TJMA_{2012} = 3305$  v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$ .
- La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 40$  km/h.
- Le pourcentage de poids lourds  $Z = 4.7\%$ .
- L'année de mise en service sera en **2015**.
- La durée de vie est estimée de **20** ans.
- Coefficient d'équivalence pour les poids Lourds  $P = 10$ .

### ✚ Projection future de trafic :

L'année de mise en service (**2015**).

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

Avec :

- ❖  $TJMA_h$ : trafic à l'horizon (année de mise en service **2015**).
- ❖  $TJMA_0$ : trafic à l'année zéro (origine **2012**).

A.N:  $TJMA_{2015} = 3305 * (1 + 0,04)^3$

$$TJMA_{2015} = 3718 \text{ v/j.}$$

A.N :  $TJMA_{2035} = 3718 * (1 + 0,04)^{20}$

$$TJMA_{2035} = 8147 \text{ v/j.}$$

### ✚ Calcul du trafic effectif :

En tenant compte d'un coefficient d'équivalence  $P$ , on convertit le trafic des poids lourds ( $PL$ ) en « *unité de véhicule particulier* », et le trafic effectif  $T_{eff}$  est donné par :

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

Avec:

- ❖  $Z$  : le pourcentage de poids lourds est égal à **4.7%**
- ❖ Tenant de l'environnement accidenté du projet, on fixe  $P = 10$ .

Pour une route à deux voies et un environnement  $E_3$  et de catégorie  $C_4$ .

A.N:  $T_{eff_{2035}} = 8147 * [(1 - 0.047) + 10 * 0.047]$

$$T_{eff_{2035}} = 11632 \text{ uvp/h.}$$

✚ Débit de pointe horaire normale :

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

Avec :

- ❖  $1/n$ : coefficient de pointe horaire pris est égal à **0.12** (réf B 40).

A.N:  $Q = 0.12 * 11632$

$$Q = 1396 \text{ uvp/h}$$

✚ Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée est :

$$Q_{adm} = K_1 . K_2 . C_{th}$$

Avec :

- ❖ Route de catégorie  $C_4$  et environnement  $E_3$  :  $K_1 = 0.90$ ,  $K_2 = 0.96$  (réf B 40).
- ❖ Capacité théorique  $C_{th}$  : route à 2 voies de 3.50 m  $\Rightarrow C_{th} = 1500$  à  $2000$  (réf B 40).

$$C_{th} \geq Q / (K_1 . K_2)$$

A.N:  $C_{th} \geq 1396 / (0.98 * 0.95)$

$$C_{th} \geq 1500 \text{ uvp/h}$$

Donc : on prend  $C_{th} = 1800 \text{ uvp/h.}$

A.N:  $Q_{adm} = 0.90 * 0.96 * 1800$

$$Q_{adm} = 1556 \text{ uvp/h}$$

✚ Le nombre de voies :

$$N \geq Q / Q_{adm}$$

A.N:  $N \geq (1396 / 1556)$

$$N \geq 0.90$$

Donc  $N = 1$  voies par sens

Donc on opte pour *une chaussée (bidirectionnelle) de deux voies* 3.5m par sens.

#### ✚ Calcul de l'année de saturation :

**A.N :**  $T_{\text{eff}_{2015}} = [(1 - 0,047) + 10 * 0,047] * 3718$

$$T_{\text{eff}_{2015}} = 5291 \text{ (uvp/j)}$$

$$Q_{2015} = 0,12 * 5291 = 635 \text{ (uvp/j)}$$

**Donc:**  $Q_{\text{Saturation}} = 4 * Q_{\text{adm}}$

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 * 1296 = 5184 \text{ (uvp/j)}$$

$$Q_{\text{Saturation}} = (1 + \tau)^n * Q_{2015} \Rightarrow n = \log(Q_{\text{Saturation}} / Q_{2015}) / \log(1 + \tau)$$

$$n = \log(5184 / 635) / \log(1 + 0,04) = 37 \approx 37 \text{ ans}$$

$$n = 37 \text{ ans}$$

**Donc l'année de saturation = 2015 + 37 = 2042.**

Les calculs sont représentés dans le **tableau .III.5** :

**Tableau .III.5: Résumé des résultats.**

	TJMA <sub>2012</sub> (v/j)	TJMA <sub>2015</sub> (v/j)	TJMA <sub>2035</sub> (v/j)	T <sub>eff 2035</sub> (uvp/h)	Q (uvp/h)	Nombre de voies
<b>Valeurs</b>	<b>3305</b>	<b>3718</b>	<b>8147</b>	<b>11632</b>	<b>1396</b>	<b>1</b>

## 2.5. Conclusion :

D'après le calcul de capacité de la route et selon la norme **B40**, on opte pour un profil de *deux voies* de 3.5mètre de largeur et **1.50** mètre d'accotement.

Donc c'est *une chaussée bidirectionnelle*.

## 3. Tracé en plan :

### 3.1. Introduction :

Le tracé en plan doit assurer aux usagers de la **CW 158** un trajet confortable et une bonne qualité de service.

Pour cela l'étude sera réalisée conformément aux normes techniques d'aménagement des routes, avec une vitesse de base retenue de **40km/h**, mais les normes techniques suscitées ne seront pas respectées quelque fois dans le tracé à cause de la difficulté du terrain naturel, donc on est obligé de suivre le tracé existant.

### 3.2. Définition :

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

### 3.3. Modernisation du tracé en plan :

Le tracé existant présente une forte sinuosité sur la majeure partie de l'itinéraire, il est caractérisé par des successions de courbes dans le même sens ainsi qu'une succession de courbes en *S* de faibles rayons.

L'aménagement et la modernisation consiste en l'amélioration du tracé en augmentant les rayons des virages, élargissement de la plateforme (chaussée, accotement) tout ceci dans le but de garantir une vitesse de référence de **40km/h**.

Pour assurer les meilleures conditions d'exécution, l'élargissement de la chaussée sera réalisé le plus souvent du côté des déblais, par contre et pour préserver les constructions et les pistes d'accès, l'élargissement se fera du côté des remblais.

### 3.4. Règles à respecter pour le tracé en plan :

- Respecter les normes du **B 40** si possible.
- Utiliser les grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- Avoir le maximum d'adaptation au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

### 3.5. Les éléments du tracé en plan :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée **vitesse de base** qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles se fait à l'aide de **Clothoïdes** qui assurent un raccordement progressif assurant de bonnes conditions de sécurité et de confort pour les usagers de la route.

### 3.5.1. Alignement droit :

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

#### ✚ Longueur minimale :

Une longueur minimale d'alignement **L<sub>min</sub>** devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **cinq (5)secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

$L_{\min} = v \cdot t$  Avec :  $t = 5 \text{ sv}$  : Vitesse véhicule (m/s).

$$L_{\min} = 5v = \frac{V_B}{3.6}$$

Avec :

❖  $V_B$ : vitesse de base en (km/h).

#### ✚ Longueur maximale :

Une longueur maximale **L<sub>max</sub>** est prise égale à la distance parcourue pendant **soixante (60)secondes**.

$$L_{\max} = 60v = \frac{V_B}{3.6}$$

### 3.5.2. Arcs de cercle :

**Trois (03)** éléments interviennent pour limiter les courbures:

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir les rayons les plus grands possibles tout en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

Pour notre projet situé dans un environnement (**E<sub>3</sub>**), et classé en catégorie (**C<sub>4</sub>**) avec une vitesse de base de **40km/h**, donc à partir du règlement **B40** on peut avoir le tableau suivant:

Tableau. III.6 : Les rayons fondamentaux du projet.

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	V	40	km/h
Rayon horizontal minimal	RHm (7%)	40	m (%)
Rayon horizontal normal	RHN (5%)	115	m (%)
Rayon horizontal déversé	RHd(3%)	200	m (%)
Rayon horizontal non déversé	RHnd(-3%)	280	m (%)

### 3.5.3. Les courbes de raccordement :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

#### La Clothoïde :

La **Clothoïde** est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la **Clothoïde**, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la **Clothoïde** maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

#### ➤ Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne

$$K = C \cdot L; K = \frac{1}{R} \Rightarrow L \cdot R = \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{R} = C \cdot L$$

$$\text{On pose: } \frac{1}{C} = A^2$$

$$\boxed{L \cdot R = A^2}$$

Tel que :

- ❖ L: longueur de la branche de clothoïde.
- ❖ R : Rayon du cercle
- ❖ A: Paramètre de la clothoïde.

#### ➤ Les éléments de la clothoïde :

Les éléments de la **clothoïde** sont donnés dans la **figure. III.1** :

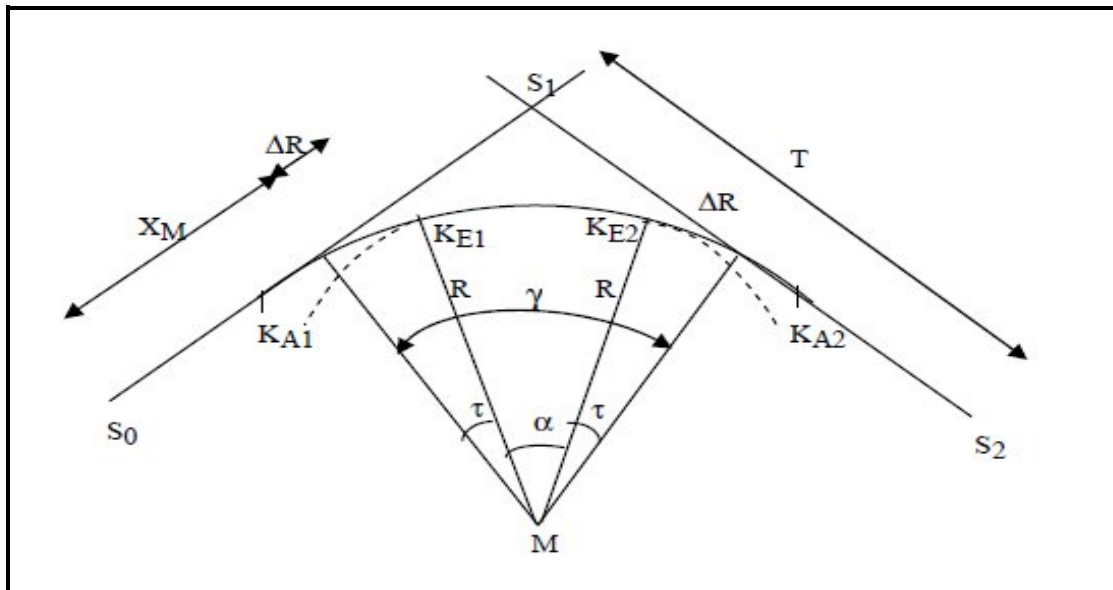


Figure. III.3: Eléments de la Clothoïde.

- **R** : Rayon de cercle.
- **L** : Longueur de la branche de Clothoïde.
- **A** : paramètre de la Clothoïde.
- **KA** : Origine de la Clothoïde.
- **KE** : Extrémité de la Clothoïde.
- **XM** : Abscisse du centre du cercle de M à partir de KA.
- **YM** : Ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.
- **TC** : Tangente courte.
- **TL** : Tangente longue.
- **σ** : Angle polaire.
- **SL**:Corde KE – KA.
- **M** : centre du cercle d'abscisse XM.
- **ΔR** : Ripage.
- **τ** : Angle des tangentes.

### 3.6. Condition de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes:

#### 3.6.1. Condition de confort optique :

Cette condition permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \rightarrow L > R/9 \text{ soit } A > R/3$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

### 3.6.2. Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours  $\Delta t$  du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

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

Avec :

- ❖  $V_B$ : vitesse de base (*km/h*)
- ❖  $R$  : rayon en (*m*).
- ❖  $\Delta d$  : variation de dévers.

### 3.6.3. Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de devers, elle s'applique par rapport à son axe.

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

Avec :

- ❖  $L$  : longueur de raccordement.
- ❖  $l$  : Largeur de la chaussée.
- ❖  $\Delta d$  : variation de dévers.

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

Cette variation est limitée à 2%.

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

### 3.7. Notion sur le dévers :

Le dévers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.



### ✚ Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des **Clothoïdes** :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la **Clothoïde** jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance  $D_{\min}$ .

$$D_{\min} = \frac{5}{36} \times v_B \Delta d$$

Appelée longueur de gauchissement.

### 3.8. Paramètres fondamentaux pour notre projet :

Notre projet s'inscrit dans la catégorie **C4**, dans un environnement **E3**, avec une vitesse de base  $V_B = 40 \text{ km/h}$  dans un terrain montagneux et très difficile. Dans ce cas, les caractéristiques suivantes inspirées des normes **B40** doivent être appliquées :

Tableau. III.7 : Paramètres fondamentaux du projet.

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	V	40	km/h
Longueur minimale	Lmin	56	m
Longueur maximale	Lmax	667	m
Devers minimal	dmin	3	%
Devers maximal	dmax	8	%
Temps de perception réaction	t <sub>1</sub>	2	S
Frottement longitudinal	f <sub>L</sub>	0.49	
Frottement transversal	f <sub>t</sub>	0.22	
Distance de freinage	d <sub>0</sub>	13	m
Distance d'arrêt	d <sub>1</sub>	35	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	dm	160	m
Distance de visibilité de dépassement normale	dN	240	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	dMd	70	m

### 3.9. Choix d'élément géométrique :

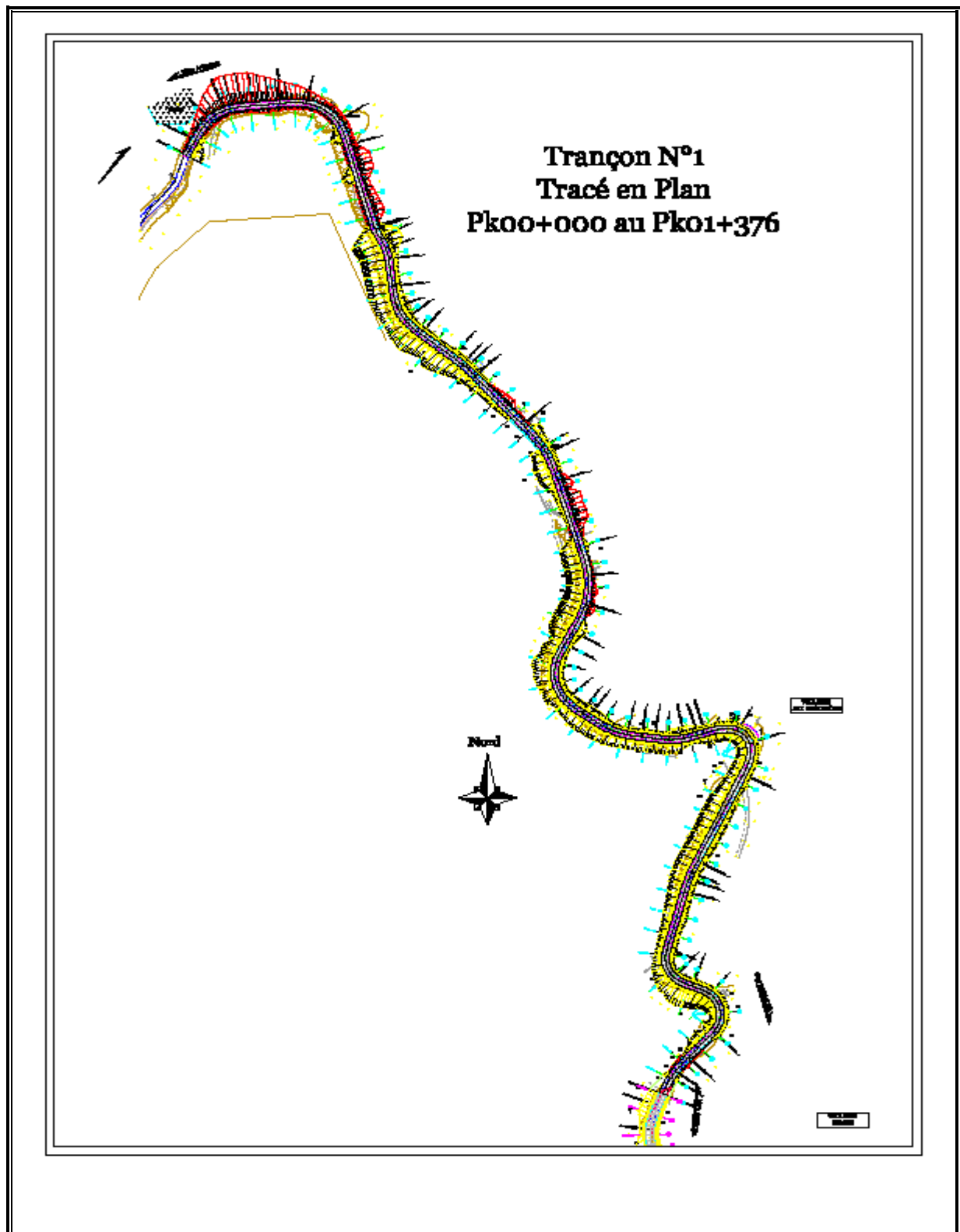


Figure .III.4: La 1<sup>ère</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec  $V_B=40$  km/h (tracé en plan).

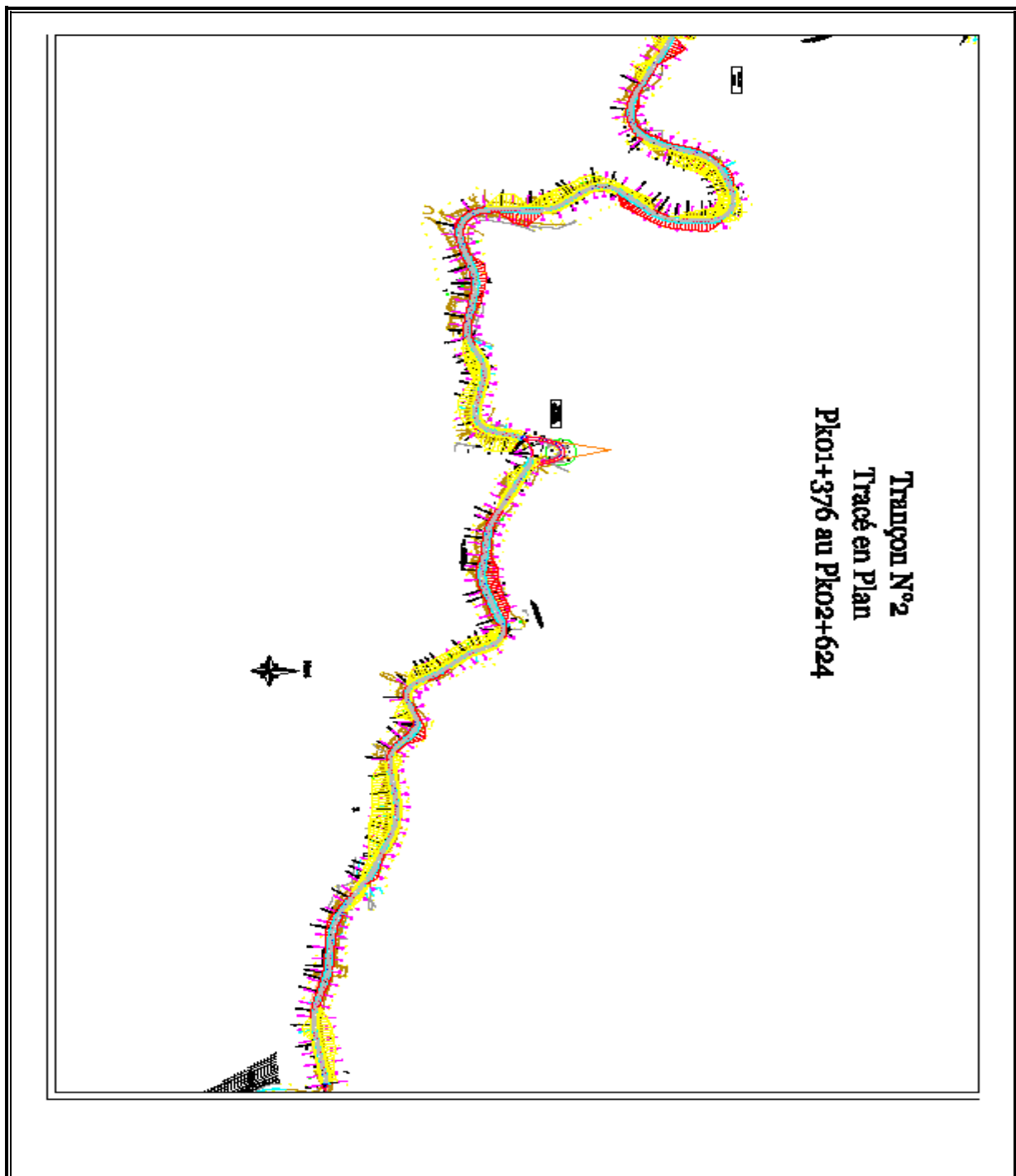


Figure .III.5: La 2<sup>ème</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec  $V_B=40$  km/h (tracé en plan).

**N.B :** Résultat du tracé en plan :

Le calcul est fait automatiquement par le logiciel *COVADIS 10.1* et les résultats sont en l'annexe A.

## 4. Profil en long :

### 4.1. Introduction :

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

Afin d'éviter des terrassements importants, une correction de la ligne rouge sera exécutée tout en respectant les conditions technique d'aménagements des routes.

### 4.2. Définition :

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

### 4.3. Tracé de la ligne rouge :

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la stabilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y'a lieu de :

- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- Adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux.
- Rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur des grandes distances.
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Prévoir le raccordement avec le réseau routier existant.

### 4.4. Déclivité :

#### 4.4.1. Définition de la déclivité :

On appelle *déclivité* d'une route la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de *Pente* pour les descentes, et de *Rampe* pour les montées.

Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence  $m$  des deux déclivités :

- Raccordement pente- rampe ( $m < 0$ ): arc concave.
- Raccordement rampe- pente ( $m > 0$ ): arc convexe.

#### 4.4.2. Déclivité minimum :

La pente d'une route ne doit pas être au-dessous de **0.5 %** et de préférence de **1 %**, dans les zones ou le terrain est plat, afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la route et au bord de la chaussée.

#### 4.4.3. Déclivité maximum :

La déclivité maximale dépend de :

- La condition d'adhérence (rugosité) qui sera prise en compte (en pente).
- La condition de vitesse minimale des poids lourds (en rampe).
- La condition économique.

**Tableau. III.8 : Valeur e la déclivité maximale (B40).**

<b>Vb (km/h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Imax(%)</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Avec :

- ❖ **Vb** : Vitesse de base.
- ❖ **Imax** : Valeur de la déclivité maximale.

D'après le *règlement des normes algériennes B40*, pour une vitesse de base de **40Km/h**, la pente maximale est de **8 %**.

#### 4.5. Raccordement de profil en long :

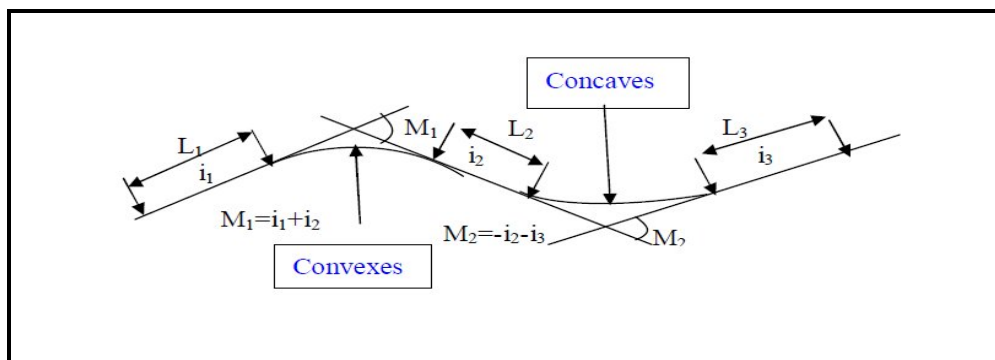
Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long ; ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types raccordements :

##### ✚ Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'oeil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part.

##### ✚ Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes, lorsque la route n'est pas éclairée la visibilité de nuit doit par contre être prise en compte.



**Figure .III.6: Raccordement de profil en long.**

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie.

Pour une route bidirectionnelle et pour une vitesse de base **40Km/h** et pour une route de **catégorie 4** on a :

**Tableau .III.9: Rayons de raccordement convexes.**

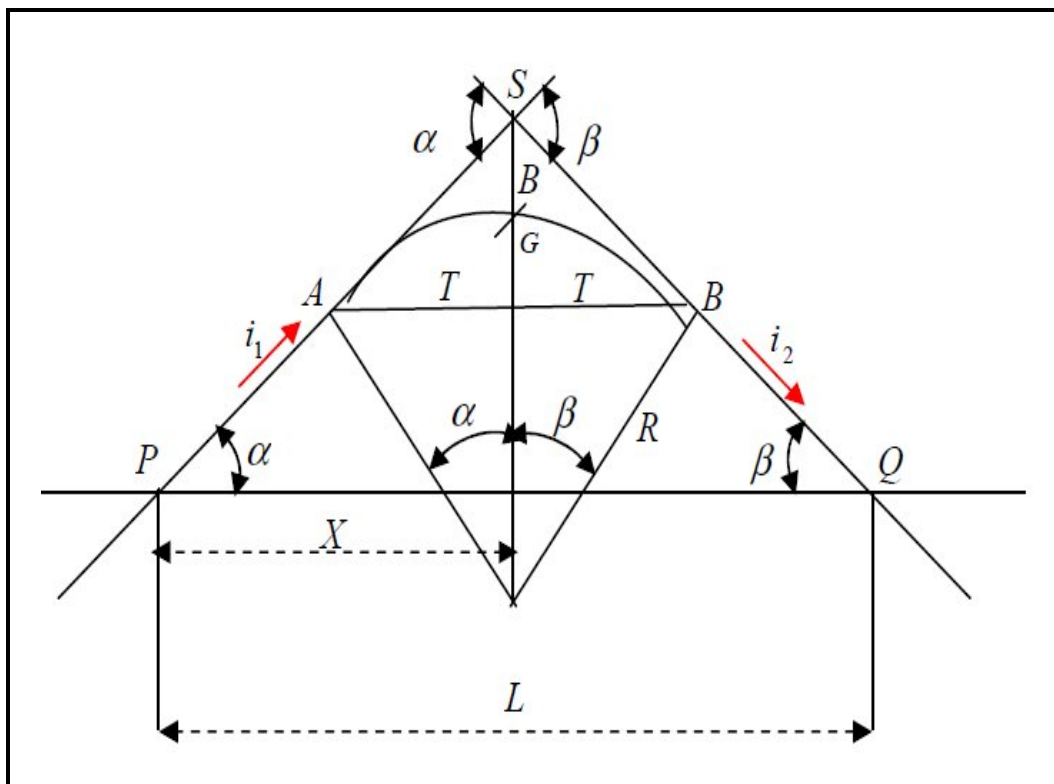
Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	$R_{VM}$	450
Min-normal	$R_{VN}$	1300
Dépassement	$R_{VD}$	2300

**Tableau .III.10: Rayons de raccordement concaves.**

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	$R_{VM}$	500
Min -normal	$R_{VN}$	1100

#### 4.6. Éléments nécessaires au calcul du profil en long :

Après la projection des pentes du profil en long, on procède au calcul des coordonnées des points de tangence en coordonnées rectangulaires (voir la **figure.III.5**).



**Figure .III.7: Éléments nécessaires au profil en long.**

Avec :

- ❖ **A et B** : extrémité du raccordement.
- ❖ **G** : milieu de raccordement situé sur la variante.
- ❖ **B** : bissectrice.
- ❖ **P, Q** : deux points connus sur  $i_1, i_2$ .
- ❖ **Q** : centre du cercle de rayon R.
- ❖ **T** : tangente de part et l'autre du sommet.
- ❖ **X** : distance entre le sommet et un point P sur  $i_1$ .
- ❖ **S** : sommet ou point de changement de déclivité.
- ❖ **L** : distance entre les deux points P et Q.

#### **4.7. Le choix des éléments géométriques :**



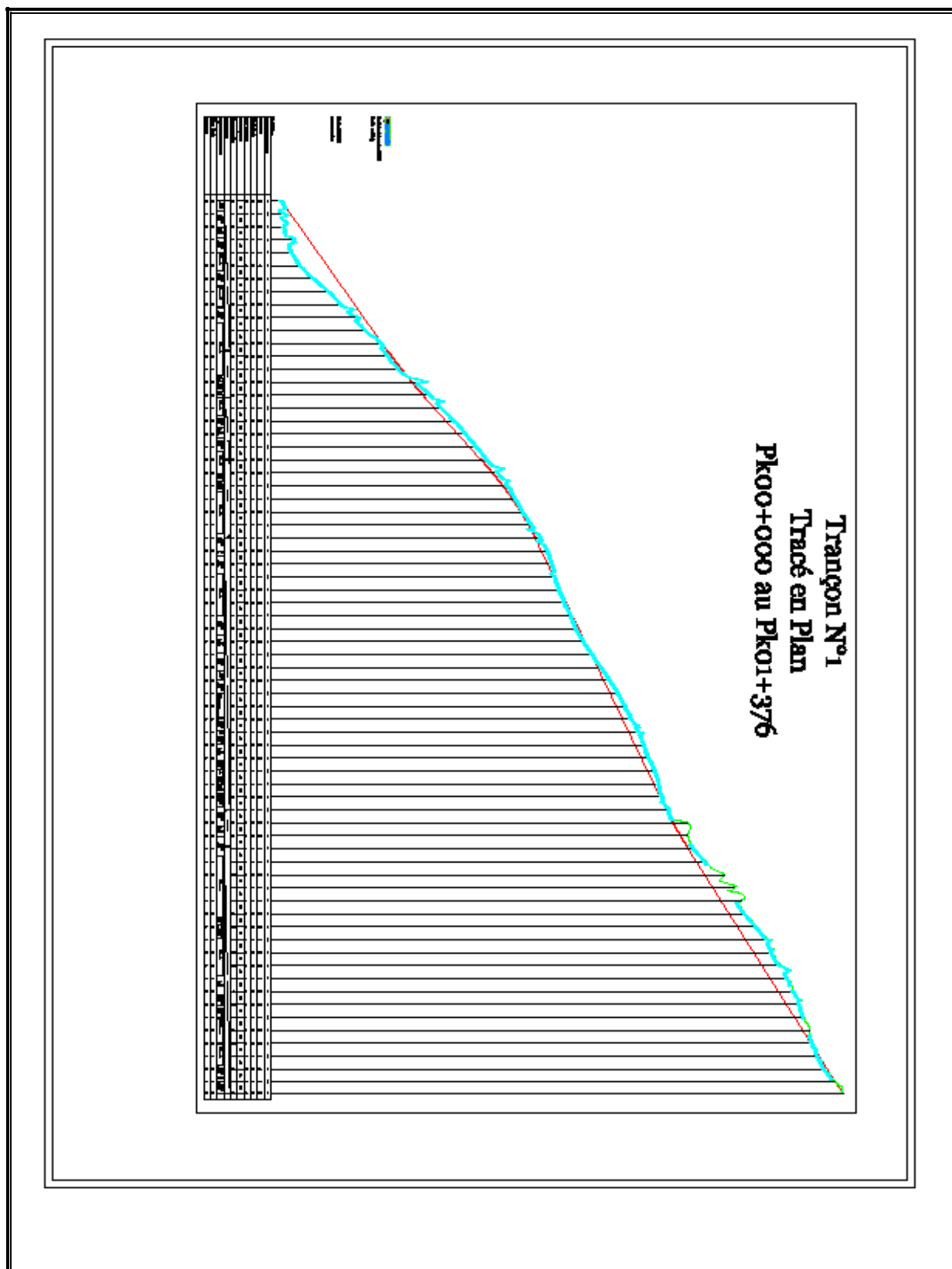


Figure .III.8: La 1<sup>ère</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec  $V_B=40$  km/h (profil en long).

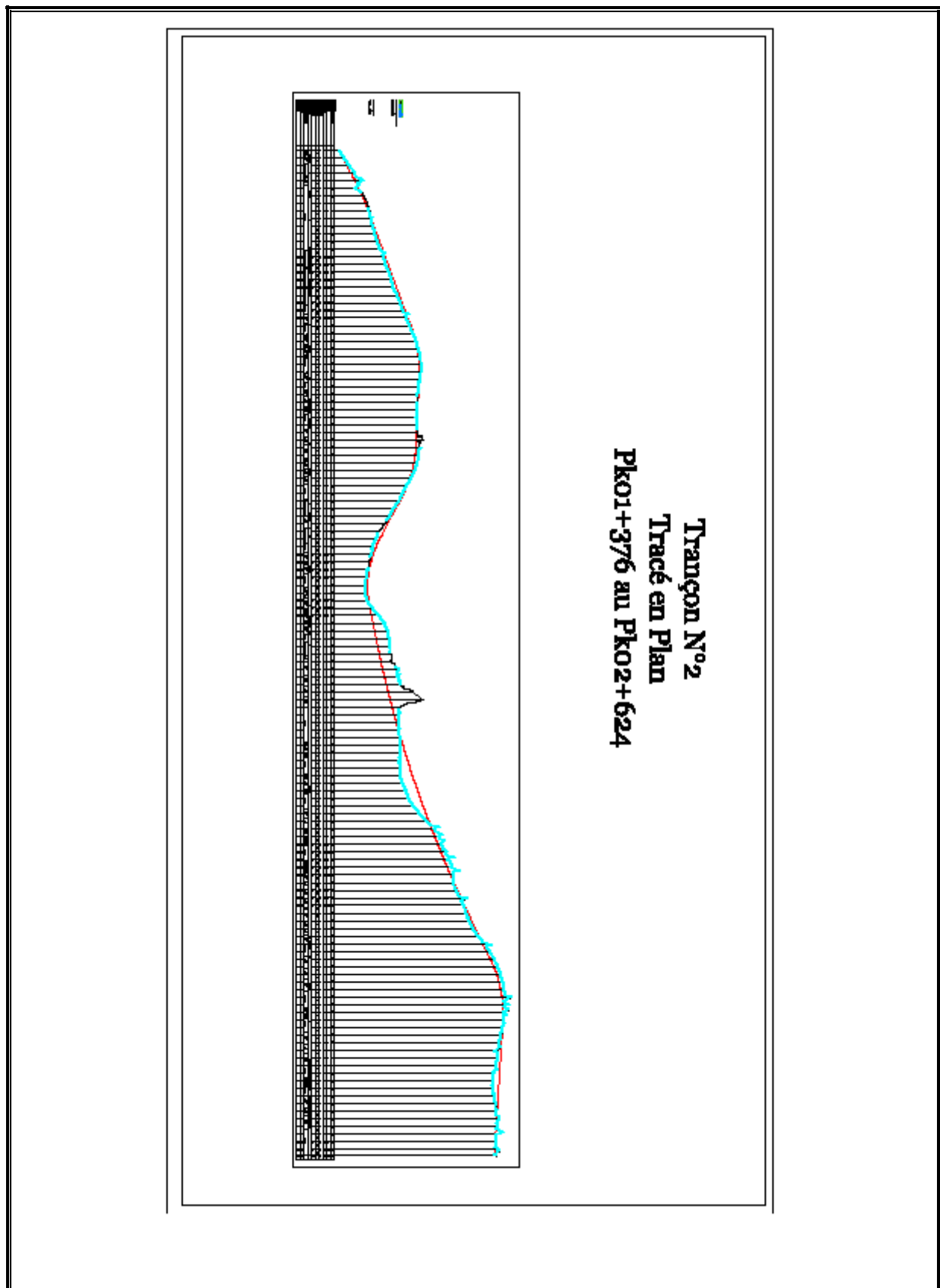


Figure .III.9: La 2<sup>ème</sup> partie de notre tronçon de PR 00+000 (PK03+500) au PK 01+376 (PK07+500) avec  $V_B=40$  km/h (profil en long).

**N.B : Résultat du profil en long :**

Le calcul est fait automatiquement par le logiciel *COVADIS 10.1* et les résultats sont en l'annexe A.

**5. Profil en travers :****5.1. Définition :**

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur la route, qui définit le nombre de voies.

**5.2. Les éléments du profil en travers :**

Les éléments qui composent le profil en travers sont : (Voir la figure .III.1).

**Emprise** : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route et limitée par le domaine public.

**Assiette** : c'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

**Plate-forme** : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais. Elle comprend la chaussée et les accotements, éventuellement le terre-plein central et la bande d'arrêt.

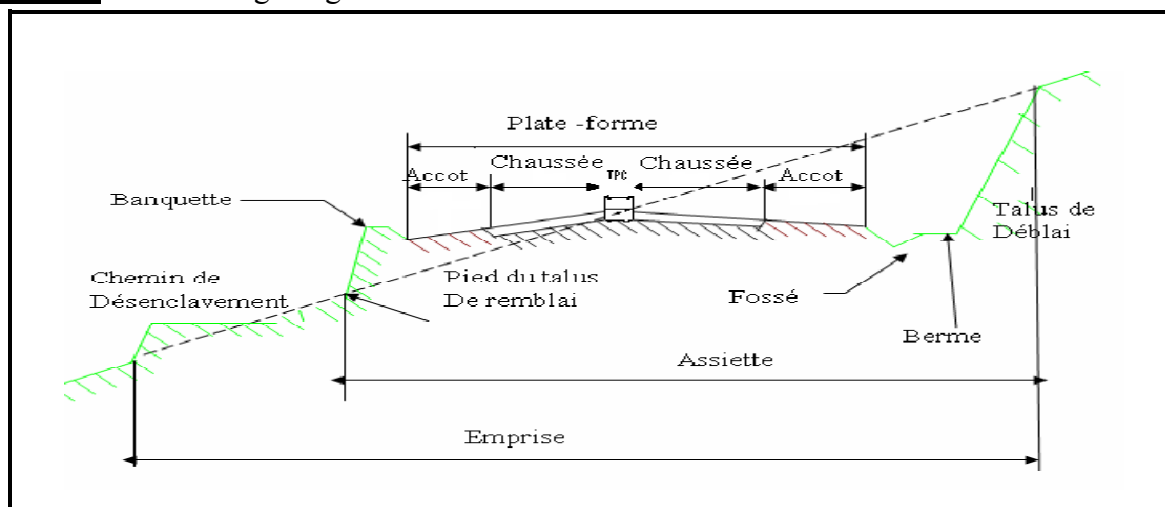
**Chaussée** : c'est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules.

**Fossés** : Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement

**Berne** : Partie latérale non roulable de l'accotement, bordant une bande d'arrêt d'urgence B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

**Surlargeur S** : Sur largeur structurale de chaussée supportant le marquage de rive.

**La B.G** : la bande de guidage.



**Figure .III.10: Les éléments du profil en travers.**

### 5.3. Différents types de profil en travers :

Nous avons *trois* (03) catégories de profils en travers:

- Profil en remblais.
- Profil en déblais.
- Profil mixte.

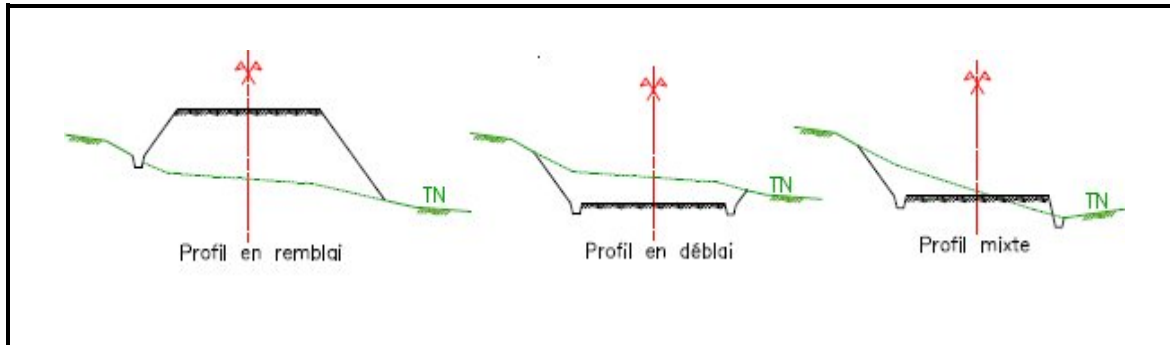


Figure .III.11: Différents types de profil en travers.

### 5.4. Le profil en travers type :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit : (Voir la figure .III.10).

- Chaussée :  $3.5 \times 2 = 7.00 \text{ m}$
- Accotement :  $1.50 \text{ m}$
- Plate-forme :  $10.00 \text{ m}$

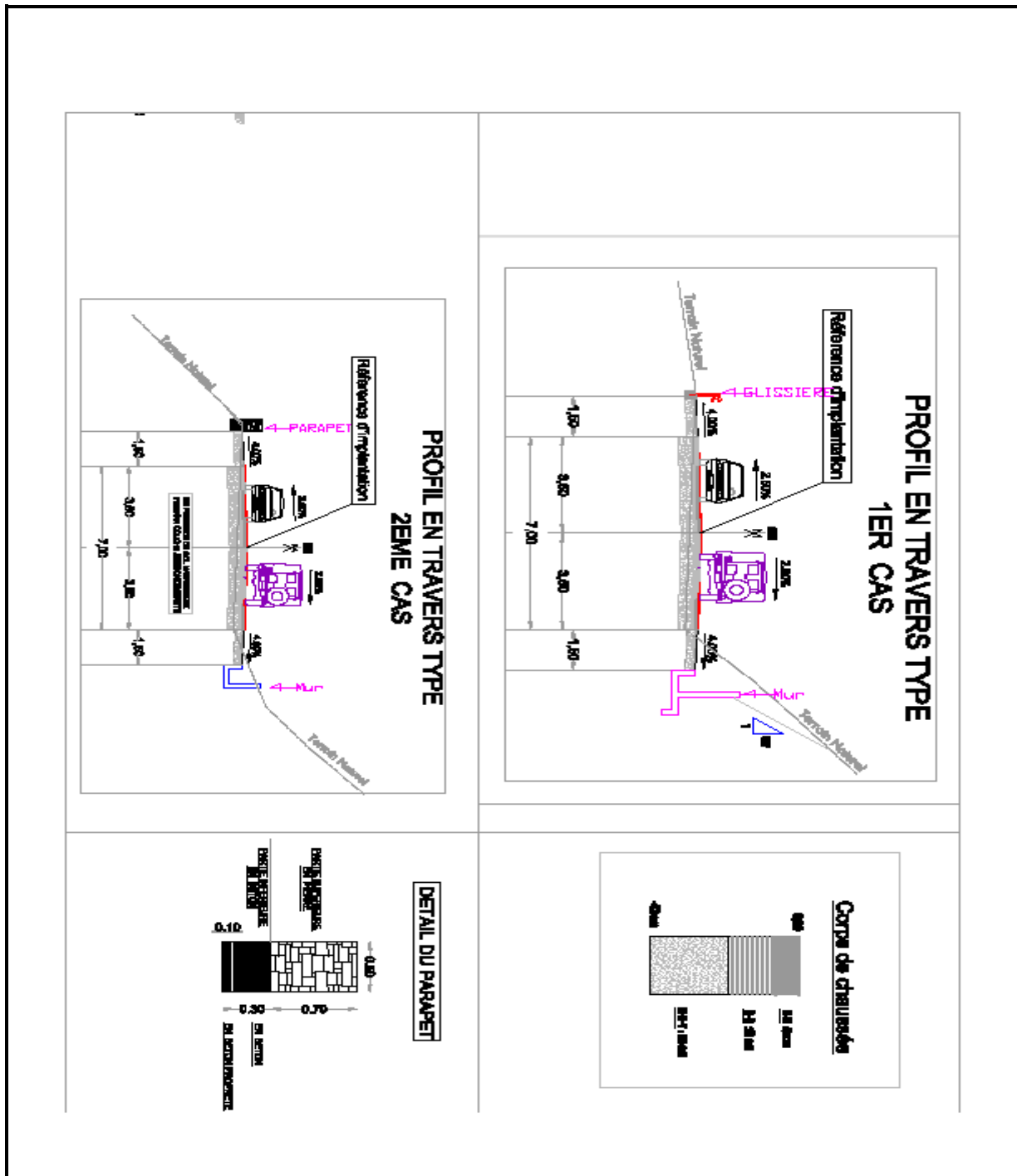


Figure .III.12: Profil en travers type.

**N.B :** Résultat du Profil en travers :

Nous avons tabulé avec un pas de 20 m.

Le calcul est fait automatiquement par le logiciel *COVADIS 10.1* et les résultats sont en l'annexe A.

## 6. Cubatures :

### 6.1. Généralités :

La réalisation d'un ouvrage de génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté. Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers courants.

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

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume des terres à déplacer entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle « *les cubatures des terrassements* ».

### 6.2. Définition :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins loin possibles de la ligne du terrain qu'il représente.

### 6.3. Méthode de calcul des cubatures :

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

Le travail consiste à calculer les surfaces *SD* (remblais) et *SR* (déblais) pour chaque profil en travers, ensuite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet. (Voir la **figure .III.13**)

On utilise la méthode *SARRAUS* qui est une méthode simple qui se base sur le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

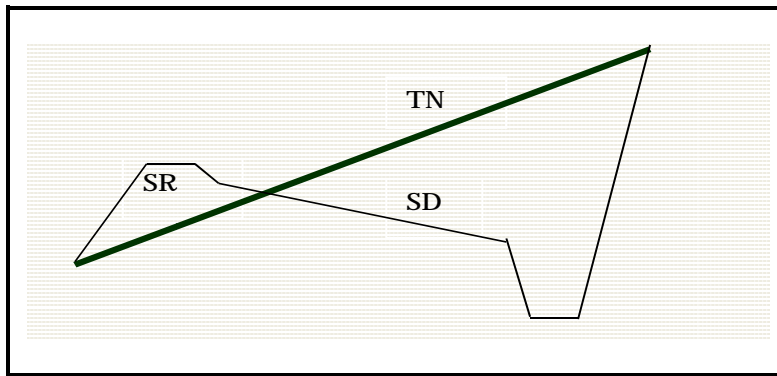


Figure .III.13: Méthode de calcul des cubatures.

Avec :

- ❖ TN : Terrain naturelle.
- ❖ SD : Surface déblai.
- ❖ SR : Surface remblai.

#### 6.4. Formule de Sarraus :

Cette méthode qu'on appelle aussi « *formule des trois niveaux* » consiste à calculer le volume de déblai ou de remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs. (Voir la **figure .III.13** et la **figure .III.14**) :

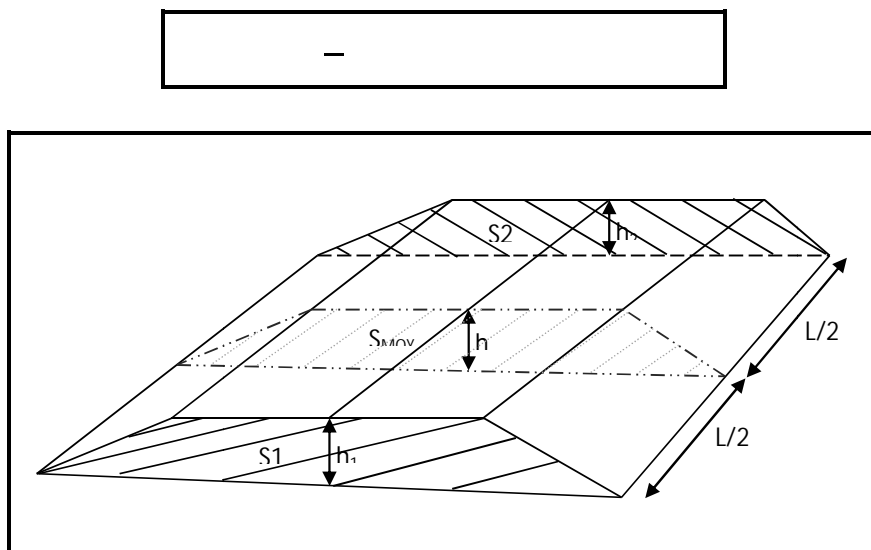


Figure .III.14: Méthode de sarraus.

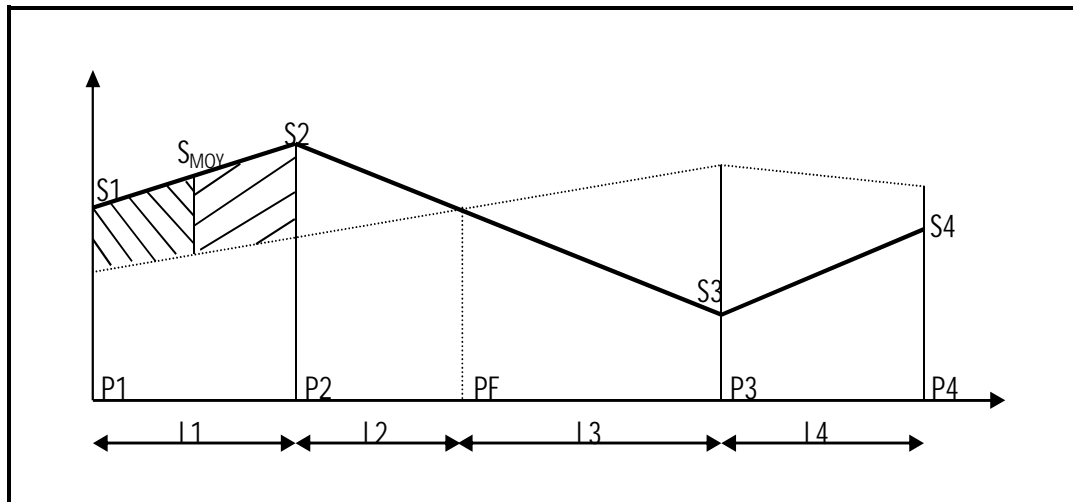


Figure .III.15: Volume de terre.

Avec :

- ❖ **PF**: profil fictive, surface nulle.
- ❖ **Si**: surface de profil en travers  $P_i$ .
- ❖ **Li** : distance entre ces deux profils.
- ❖ **S<sub>MOY</sub>** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance  $L_i$ ).

Si on applique la formule de **SARRAUS**, le volume entre  $P_1$  et  $P_2$  de surface  $S_1$  et  $S_2$  sera :

$$V_1 = L_1 / 6 (S_1 + S_2)$$

Le volume total de terre pour la **figure.III.3** de l'exemple ci-dessus est :

$$V = L_1 (S_1 + S_2) / 2 + L_2 S_2 / 2 + L_3 S_3 / 3 + L_4 (S_3 + S_4)$$

### 6.5. Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul est fait automatiquement par le logiciel **COVADIS 10.1** les résultats obtenus sont dans L'annexe A.

$$\text{Volume des remblais} = 40026 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volume des déblais} = 142014 \text{ m}^3.$$



Etude de modernisation du CW158 sur 04km (PK 03+500 au PK 07+500)

Chapitre

04

# Etude géotechnique

## 1. Introduction :

Dans le cadre de l'étude de modernisation du CW 158 qui relie le centre-ville *Amizour* (PK 00+000) jusqu'à *Barbacha* (PK 27+000), le *EURL Technic Conseil* a mené l'étude géotechnique des terrains traversés par cette route. La géotechnique a pour but d'analyser les caractéristiques mécaniques et physiques du sol support qui sert d'assise pour la structure de chaussée.

Pour l'élaboration et l'exécution d'un projet, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance des terrains traversés. Pour cela, la connaissance géotechnique constitue une source d'informations indispensables, car elle permet :

- En phase d'étude : de bien définir le projet (dimensionnement du corps de chaussée et choix des matériaux).
- En phase d'exécution : elle permet de réaliser les travaux avec un minimum de risque possible (choix des moyens et des matériaux adapté à la nature des sols).

Cette étude doit aussi permettre de localiser les différentes couches, donner les renseignements de chaque couche, les caractéristiques mécaniques et physique du sol support.

Ce présent chapitre présente l'ensemble des résultats ainsi que les recommandations à observer pour la bonne exécution des travaux.

## 2. Essais in-situ :

### Puits de reconnaissance :

*Neuf*(09) puits de reconnaissances de *trois*(03) m de profondeur ont été réalisés comme l'indique le **tableau.IV.1** :

Tableau .IV.1 : Récapitulatif des résultats des puits de reconnaissances.

<i>Puits N°</i>	<i>Localisation (Pk)</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Matériaux</i>
1	3+500	0,00 - 0,20	<i>Remblais</i>
		0,20 - 2,30	<i>Marnes compactes à marnes gréseuses</i>
2	4+000	0,00 - 0,30	<i>Eboulis schisteux</i>
		0,30 - 1,40	<i>Marnes schisteuses</i>
		1,40 - 2,30	<i>Marnes grise indurés</i>
3	4+500	0,00 - 0,30	<i>Eboulis schisteux</i>
		0,30 - 1,40	<i>Marnes schisteuses</i>
		1,40 - 2,30	<i>Marnes grises indurées</i>
4	5+000	0,00 - 0,30	<i>Eboulis schisteux</i>
		0,30 - 1,40	<i>Marnes schisteuses</i>
		1,40 - 2,30	<i>Marnes grises indurées</i>
5	5+500	0,00 - 0,20	<i>Eboulis schisteux</i>
		0,20 - 0,60	<i>Marnes schisteuses altérées et friables</i>
		0,60 - 3,00	<i>Marnes indurées grises à filonnets de calcite</i>
6	6+000	0,00 - 0,20	<i>Eboulis schisteux</i>
		0,20 - 1,00	<i>Marnes schisteuses altérées et friables</i>
		1,00 - 2,40	<i>Marnes indurées grises à filonnets de calcite</i>
7	6+500	0,00 - 0,30	<i>Eboulis schisteux</i>
		0,30 - 2,60	<i>Marnes schisteuses altérées et friables</i>
		2,60 - 3,00	<i>Marnes indurées grises à filonnets de calcite</i>
8	7+000	0,00 - 0,30	<i>Terre végétale</i>
		0,30 - 0,60	<i>Marnes altérées et friables</i>
		0,60 - 2,00	<i>Marnes compactes oxydées à marno-calcaires</i>
9	7+500	0,00 - 0,30	<i>Terre végétale</i>
		0,30 - 1,00	<i>Marnes altérées et friables</i>
		1,00 - 2,00	<i>Marnes compactes oxydées à marno-calcaires</i>

#### 🔗 Interprétation :

Les coupes lithologiques établies à partir des puits de reconnaissance effectués dans notre tronçon, permettent de distinguer les formations suivantes :

- **Eboulis schisteux** : ce sont des débris de roches provenant de la désagrégation et de l'altération de schistes ou marnes schisteuses.
- **Marnes schisteuses** : ce sont des marnes grises débitant en feuillets, schistosées.
- **Marnes compactes** : ce sont des marnes grises à marno-calcaires très compactes.

Les marnes en contact avec l'eau s'altèrent profondément et perdent leurs caractéristiques géotechniques et se transforment en argiles marneuses (*produits d'altération*) renfermant des amas de marnes.

### 3. Essais au laboratoire :

Les échantillons prélevés à partir des puits de reconnaissance ont été acheminés au laboratoire en vue de subir les essais suivants :

#### ✚ Essais d'identification :

- Analyses granulométriques.
- Mesure de teneurs en eau.
- Mesure de densités.
- Mesure des limites d'Atterberg.

#### ✚ Essais mécaniques :

- Essai Proctor.
- Essai CBR imbibé à quatre (04) jours.

#### ✚ Essais chimiques :

- Analyses chimiques sommaires.

Les résultats des essais de laboratoires sont insérés dans le **tableau .IV.2** et les différentes coupes lithologiques sont représentées dans les **figures.IV.1 à.VI.9**.

**Tableau .IV. 2: Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire.**

<i>Unité Lithologique</i>		<i>Puits</i>
<i>D max (mm)</i>		<b>&gt; 50</b>
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>		<b>6 à 12</b>
<i>Granularité %Tamisât</i>	<i>2mm</i>	/
	<i>80μ</i>	/
<i>Limite d'Atterberg</i>	<i>WL %</i>	/
	<i>WP %</i>	/
	<i>IP</i>	/
<i>Densité</i>	<i>γ<sub>h</sub> et γ<sub>d</sub></i>	<b>2.2 à 2.8</b>
<i>Indice de portance CBR</i>	<i>I CBR</i>	<b>10 à 25</b>
<i>Analyses chimiques</i>	<i>CaCo<sub>3</sub></i>	<b>35 à 55</b>
<i>GTR</i>	/	<b>R3</b>

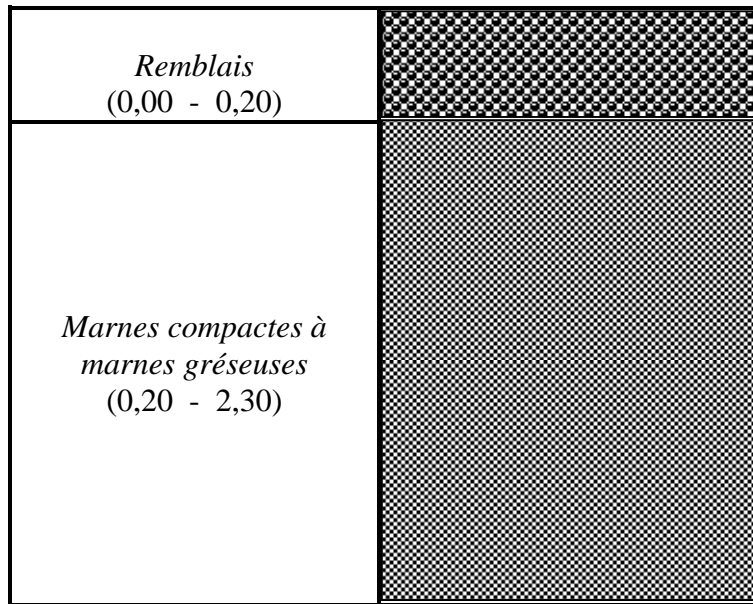


Figure .IV.1 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°1.

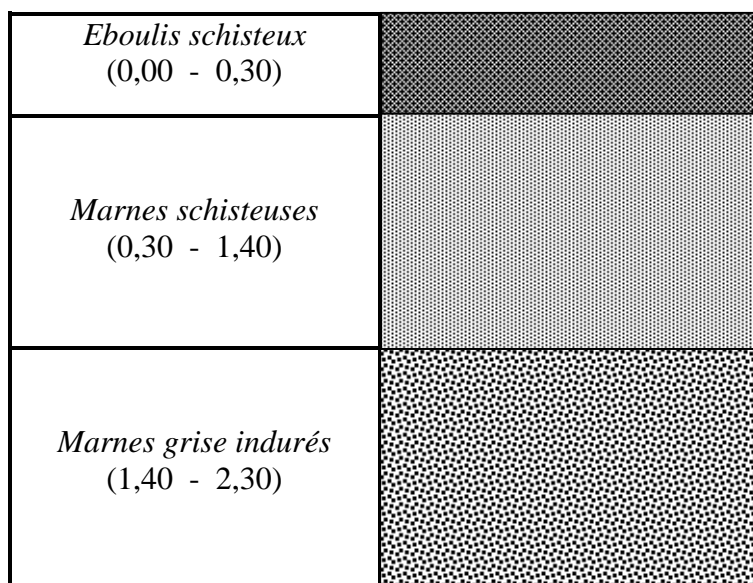


Figure .IV.2 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°2.

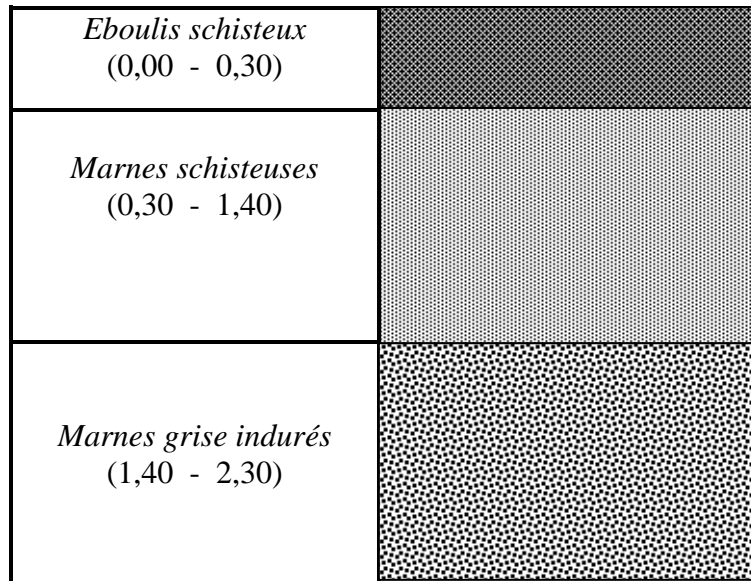


Figure .IV.3 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°3.

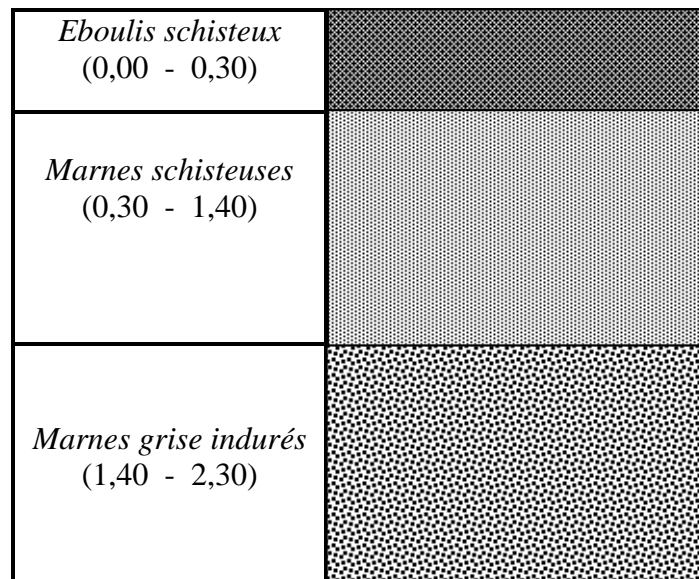


Figure .IV.4 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°4.

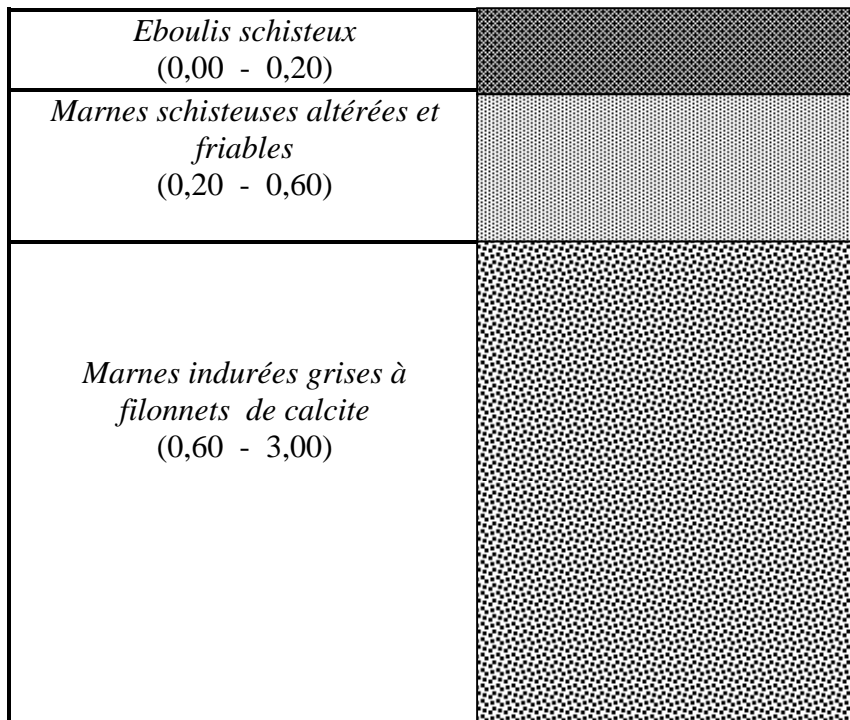


Figure .IV.5 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°5.

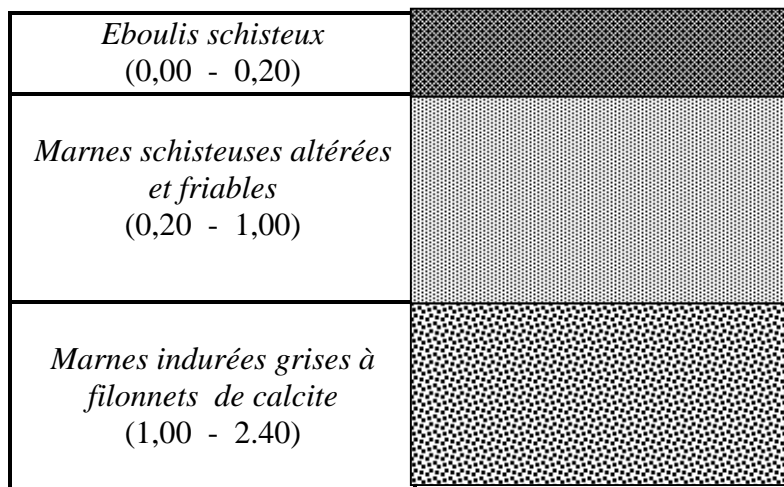


Figure .IV.6 : Coupe lithologique du Puits de reconnaissance N°6.

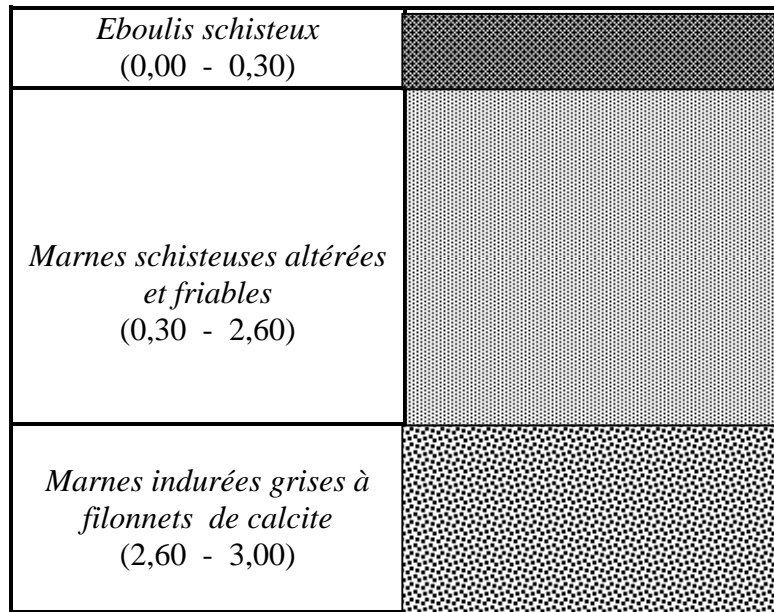


Figure .IV.7 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°7.

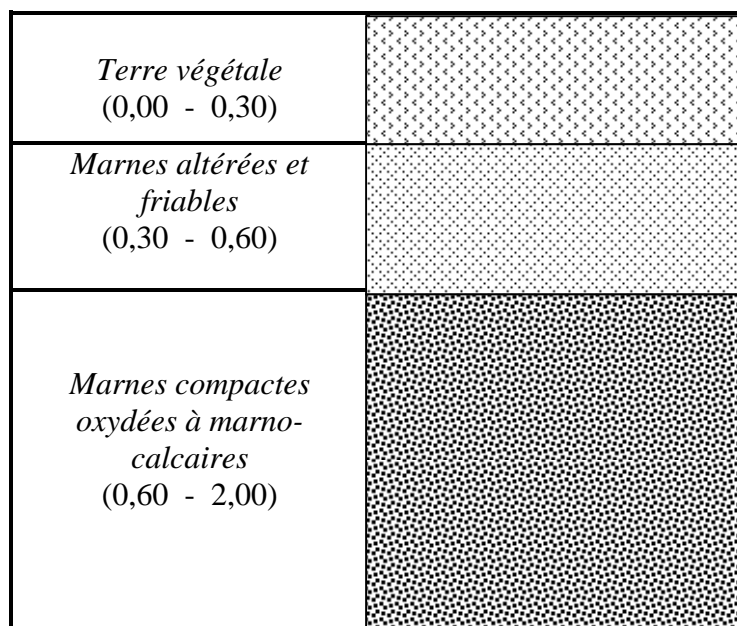


Figure .IV.8 : Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°8.



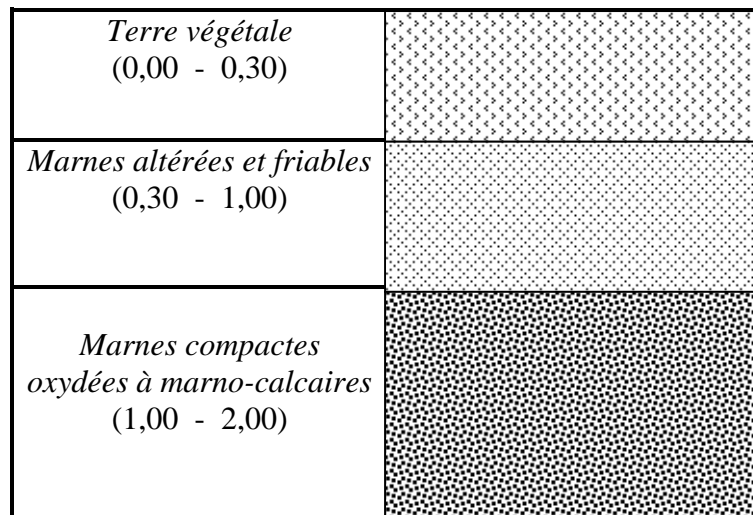


Figure .IV.9: Coupe lithologique du puits de reconnaissance N°9.

#### Interprétation :

À partir des prélèvements effectués sur les puits de reconnaissances, on peut tirer les observations suivantes :

- Les analyses granulométriques indiquent un sol grenu, car moins de 50% des éléments passent au tamis de 80  $\mu\text{m}$ .
- Ces sols présentent des densités moyennes à élevées.
- Ces sols présentent des teneurs en eau naturelles faibles à moyennes.
- Les analyses chimiques sommaires montrent que ces sols ne présentent aucune agressivité pour les bétons de fondation.

#### 4. Conclusion :

Notre tronçon est constitué par des roches sédimentaires de type marnes argilo-graveleuses à caillouteuses, ce sont des roches argileuses de la classe **R<sub>3</sub>**.

Les valeurs de portance **CBR** correspondant à ce type de matériaux rocheux sont élevées, soit la classe de portance des sols **S2**.

# **Dimensionnement du corps de chaussée**

## 1. Introduction :

On entend par dimensionnement des chaussées l'épaisseur à donner à une chaussée. Elle doit être suffisante pour qu'elle ait une durée convenable, et non surabondante pour éviter les dépenses superflues.

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

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulus. Si le corps de chaussée repose sur un sous-sol présentant une portance insuffisante, on est amené à apporter sur le sol naturel une épaisseur quelquefois importante de matériaux choisis dont la qualité va croître au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de la chaussée car les matériaux seront soumis à une augmentation de pression en se rapprochant de la surface de roulement.

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

- Le trafic.
- L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- Le sol support.
- Les matériaux utilisés.
- La durée de vie de la chaussée.

## 2. Principe de la construction des chaussées :

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

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

## 3. Notions sur les chaussées :

Pour assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance parfaite pour supporter tout genre de véhicules et rapporter le poids des véhicules sur le terrain de fondation.

### 3.1. Définition :

- **Au sens géométrique :** la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel :** l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

### 3.2. Les différents types de chaussées :

Du point de vue constructif, les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories. Suivant la nature des matériaux constitutifs et l'épaisseur des couches, On distingue *trois*(3) familles de chaussée : souple, semi-rigide et rigide.

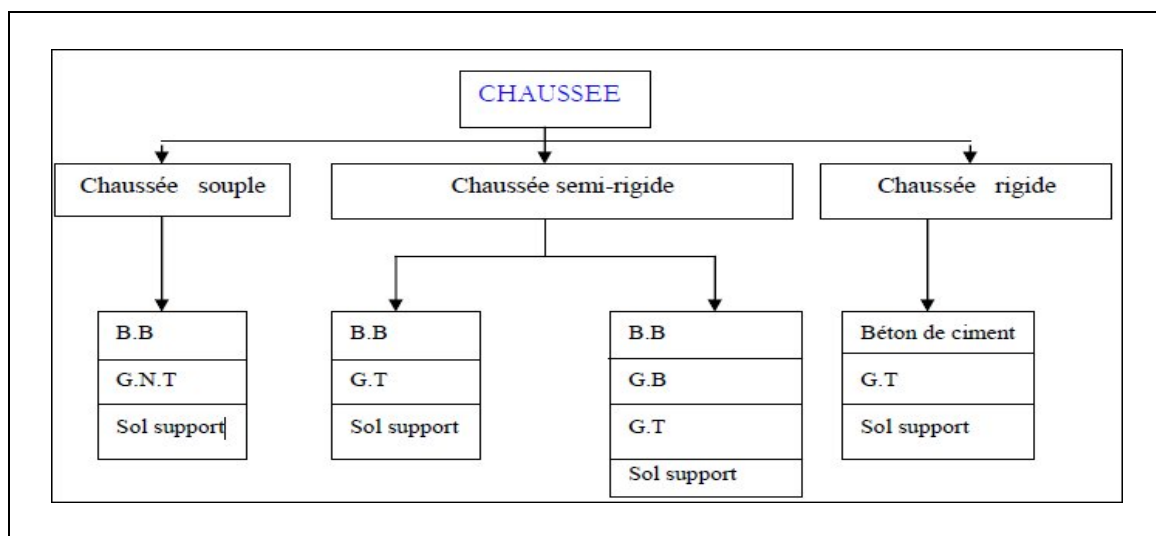


Figure.V.1 : Les différents types de chaussées.

Avec :

- ❖ **BB** : Béton bitumineux.
- ❖ **GB** : Grave bitume
- ❖ **GT** : Grave traité
- ❖ **GNT** : Grave non traité.

#### 3.2.1. Chaussée souple :

Ce sont les chaussées traditionnelles, qui constituent l'immense majorité des routes actuelles. En général, les chaussées souples se composent de trois couches différentes : (voir la **figure.V.1**).

- D'une couche de roulement.
- D'une couche de base.
- D'une couche de fondation.

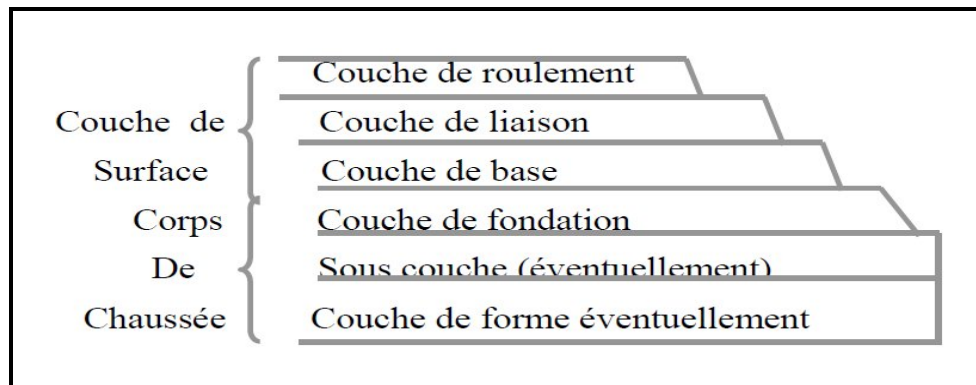


Figure.V.2 : Coupe type d'une chaussée souple.

### 3.2.2. Chaussée semi-rigide :

Les chaussées comportant une couche de base (et quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (*ciment, laitier, granulat,...*). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm.

### 3.2.3. Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (*correspondant à la couche de surface de chaussée souple*) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

## 4. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée:

Toutes les méthodes de dimensionnement sont basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés au :

### 4.1. Trafic :

Le trafic principalement poids lourd, est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures de chaussées. Il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée. Le trafic gouverne les choix suivants :

- Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.
- Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque.

### 4.2. Environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement, la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la

température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

#### 4.3. Le sol Support:

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

#### 4.4. Matériaux :

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

### 5. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue *deux* (02) familles des méthodes :

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites « *rationnelles* » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.
- 

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- ❖ La méthode de C.B.R (*California -Bearing - Ratio*).
- ❖ Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves *CTTP*.
- ❖ Méthode du catalogue des structures.
- ❖ La méthode L.C.P.C (*Laboratoire Central des Ponts et Chaussées*).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser *deux*(02) méthodes qui sont: la méthode *CBR* et la méthode de *C.T.T.P*.

#### 5.1. Méthode de CBR (*California-Bearing-Ratio*) :

C'est une méthode (*semi – empirique*) qui se base sur essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90- 100 %) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur au moins de 15 cm.

Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

$$= \frac{+ * \sqrt{\quad}}{+}$$

Avec :

- ❖ **e** : Epaisseur totale en cm
- ❖ **I<sub>CBR</sub>** : Indice CBR
- ❖ **P** : Charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)

L'influence du trafic ne doit pas être négligée dans le dimensionnement du corps de chaussée. Nous tiendrons compte par la formule suivante :

$$= \frac{+ \sqrt{\quad} \times + \cdot -}{+}$$

Avec :

- ❖ **Log** : Logarithme décimal.
- ❖ **N** : Désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide.

#### 🚧 Notion de l'épaisseur équivalente :

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

$$= \quad \epsilon \quad \times$$

Avec :

- ❖ **a<sub>1</sub> × e<sub>1</sub>** : Couche de roulement.
- ❖ **a<sub>2</sub> × e<sub>2</sub>** : Couche de base.
- ❖ **a<sub>3</sub> × e<sub>3</sub>** : Couche de fondation.

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

Tableau.V.1 : Coefficient d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence « a »
Béton bitumineux –enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Tuf	0.7
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.5
Grave bitume	1.50

**Remarque :** Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe «  $e_1$  » et «  $e_2$  » et on calcule «  $e_3$  ». Généralement les épaisseurs adoptées sont :

- **BB** = 6 - 8 cm.
- **GE** = 15 - 30 cm.
- **GB** = 10 - 20 cm.
- **GC** = 15 - 25 cm.
- **TVO** = 25cm et plus.

## 5.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement des chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

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

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.



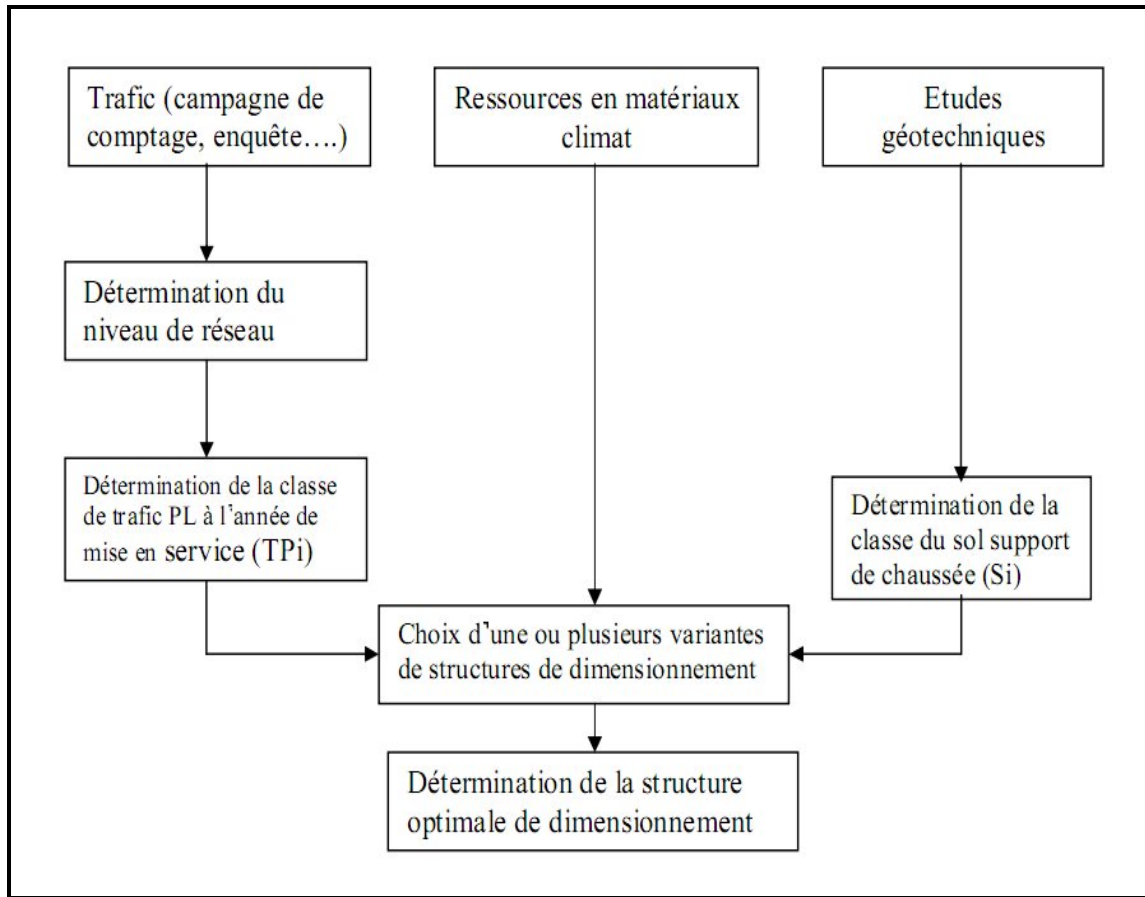


Figure.V.3 :La démarche de catalogue.

## 6. Structures adoptées :

### 6.1. Cas des sections rectifiées :

Au niveau des sections rectifiées, un apport structurel est préconisé selon la méthode **CBR** où ces sections sont considérées comme chaussée neuve. S'agissant d'une route classée chemin de wilaya d'importance, donc stratégique il est impératif de la doter d'une structure normalisée composé d'une couche de fondation, d'une couche de base et d'une couche de roulement.

### 6.2. Cas de renforcement :

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

Comme toute autre étude qui se veut objective, le dimensionnement du renforcement se base sur les données concernant la route (l'état visuel, mesure de déflexion et l'uni) à renforcer, ceci d'une part, d'autre part sur celles concernant le trafic actuel et son évaluation dans le futur en exploitant les résultats des différentes études se rapportant au trafic (détermination du taux d'accroissement, le pourcentage de poids lourds...).

Les méthodes de renforcement utilisées en Algérie sont :

- *Méthode du catalogue des structures type de renforcement.*
- *Norme Espagnole 6.3 IC.*
- *Méthode SETRA-LCPC type de renforcement.*

**7. Application au projet :**

**7.1. Méthode CBR :**

- ✚ Trafic de la mise en service : = /
- ✚ Le trafic à l'année horizon c'est à dire à la 10<sup>ème</sup> année d'exploitation

Avec : n=10 et τ=4%

$$= /$$

- ✚ Le pourcentage de poids lourds étant 4.7% , ce qui donne un trafic (N) de poids lourds (PL) de :

A.N: =  $\frac{\quad \times \quad}{\quad}$

$$= //$$

- ✚ Charge par roue **P = 6.5 t** (essieu 13 t).
- ✚ Vu l'absence des résultats géotechniques du sol, on prend :

sol donc ; indice =(Relief difficile)

Donc L'épaisseur est :

$$= \frac{\quad + \sqrt{\quad} \times \quad + \quad \cdot \quad -}{\quad + \quad}$$

A.N:

$$= \frac{100 + \sqrt{6,5} \times 75 + 50 \cdot \log \quad}{10 + 5}$$

$$=30.20 \text{ cm}$$

Donc on opte :

$$=35 \text{ cm}$$

Lorsque le corps de chaussée est composé de différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériau :

$$= \sum \times = 1 \cdot e_1 + 2 \cdot e_2 + 3 \cdot e_3$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- Couche de roulement (béton bitumineux)  $a_1 = 2.$
- Couche de base (Grave bitume)  $a_2 = 1.5.$
- Couche de fondation (Grave concassée)  $a_3 = 1.$

Pour calcul des épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière :

A.N :

$$= \times + \times , * =$$

$$= 0.8 \text{ cm}$$

Donc on opte :

$$= 15 \text{ cm}$$

Puisque l'épaisseur de grave concassée compris entre 15 et 25 cm, donc on prend  $e_3 = 15 \text{ cm}$  C'est-à-dire :

L'épaisseur réelles est de  $6(\text{BB}) + 10(\text{GB}) + 15(\text{GNT}) = 31 \text{ cm}$

Tableau .V.2 : Épaisseur réelle et équivalente.

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (a <sub>i</sub> )	Epaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GB	10	1.5	15
GNT	15	1	15
Total	31	/	42

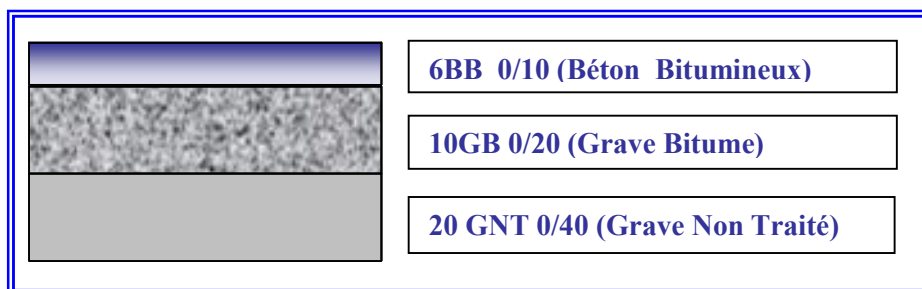


Figure .V.4 : Épaisseur selon CBR.

## 7.2. Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTTP »:

✚ Données de l'étude:

- Année de comptage : 2012.
- TJMA2012= 3305 v/j.
- Mise en service : 2015.
- Durée de vie : 20 ans.
- Zone climatique II.
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4 \%$ .
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 4.7 \%$ .
- C.B.R=10.

✚ Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves on a la classification des réseaux principaux suivante :

Tableau .V.3 : Type de réseau principal.

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	< 1500

Tous les axes étudiés ont un  $TJMA = 3305 > 1500$  v/j, Donc on est dans le réseau principal de niveau 1 « RP1 ».

✚ Choix des structures types par niveau de réseau principal :

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

Tableau .V.4 : Choix des matériaux.

Niveau de réseau principal	Matériaux types	Structure
RP1	MTB (matériaux traités au bitume)	GB/GNT

✚ Détermination de la classe de trafic  $TPL_i$  :

$$T = \dots \times \dots = \dots / \dots .$$

Tableau .V.5 :Classification du trafic.

Classe de trafic	TPL <sub>0</sub>	TPL <sub>1</sub>	TPL <sub>2</sub>	TPL <sub>3</sub>	TPL <sub>4</sub>	TPL <sub>5</sub>	TPL <sub>6</sub>	TPL <sub>7</sub>
<i>PL/J/sens pour RP<sub>1</sub></i>	-	-	-	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000

D'après le calcul qui a été fait sur le classement du trafic TPL<sub>i</sub>, ou TJMA = 3305 > 1500 v/j et le réseau principal est de niveau 1 « RP1 » :

Donc notre trafic est de classe TPL3

#### Détermination de la portance du sol support de chaussée :

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classe de sols :

Tableau .V.6 : Classes de portance des soles Si.

Classe de sol	I <sub>CBR</sub>
S1	25 - 40
S2	10 - 25
S3	5 - 10
S4	< 5

On a I<sub>CBR</sub> = 10 et D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de : S2.

#### Choix de la couche de roulement :

Le choix de la couche de roulement est fait en fonction du niveau de réseau principal comme suit :

- **RP1 : 6 BB à 8 BB** pour les structures traitées au bitume.

Pour notre projet ; on prend **6 BB** (TPL3 ≤ 1500 v/j /sens).

#### Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL3).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

<b>6(BB) + 15(GB) + 30(GNT)</b>
---------------------------------

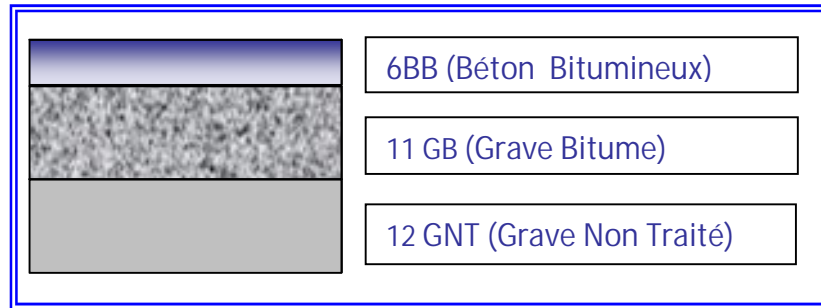


Figure .V.5 : Épaisseur selon C.T.T.P.

Tableau .V.7 : Récapitulatif des résultats.

C.B.R	C.T.T.P
6(BB) + 10(GB) + 15(GNT)	6(BB) + 15(GB) + 30(GNT)

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

Selon les 3 fascicules de catalogue on a :

- Importance du projet routier : Réseau Principal de Niveau 1(RP1).
- Durée de vie : **n =20 ans.**
- Année de mise en service : **2015.**
- Trafic : **TPLi=90 PL/J/sens.**
- Taux de croissance :  **$\tau = 4 \%$**
- Coefficient d'agressivité PL : **A =0,6. (Tableau : 11; fascicule : 2).**
- Risque de calcul : **r =20%.(Tableau : 5; fascicule : 2).**
- La zone climatique: **II. (Tableau : 7 ; fascicule : 2).**
- **$\theta_{eq}=20^{\circ}\text{C}$ (Tableau : 8 ; fascicule : 2).**
- Sol support : **CBR= 10%.Classe : S2.**
- **ESOL =5×CBR=5×10=50 Mpa.**
- Coefficient de poisson  **$\nu =0,35$ .**
- Condition aux interfaces : **Toutes les couches sont collées.**
- Coefficient de calage : **kC =1,3(Tableau : 13 ; fascicule : 2).**
- Dispersion sur la loi de fatigue : **SN =0,45 (Tableau : 13 ; fascicule : 2).**
- Dispersion sur les épaisseurs (en cm) : **Sh =3 (Tableau : 13 ; fascicule : 2).**
- Pente de la fatigue : **b = -0.146 (Tableau : 13 ; fascicule : 2).**
- Coefficient égalec **=0,02.**
- Fractile de la loi normale : selon (r%) : **t =-1,282(Tableau : 16 ; fascicule : 2).**
- Module complexe du matériau bitumineux à 10°c : **E (10°C) =12500 Mpa(Tableau : 13 ; fascicule : 2).**
- Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente :(Tableau : 13; fascicule : 2).
  - ❖ **E ( $\theta_{eq}=20^{\circ}\text{C}$ ).**
  - ❖ **GB=7000 Mpa.**
  - ❖ **BB=4000 Mpa.**

- Déformation limite :  $\epsilon$  (10°C, 25HZ)=  $100 \cdot 10^{-6}$  Mpa. (Tableau : 13 ; fascicule : 2).

✚ Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi) :

$$TCEi = TCI \cdot A$$

$$TCi = [TPLi \cdot 365 \cdot ((1 + i)^n - 1)] / i$$

Avec:

- ❖ TCI : Trafic cumulé.
- ❖ TPLi : Classe de trafic.
- ❖ A: Coefficient d'agressivité.
- ❖ i: Taux d'accroissement géométrique.
- ❖ n: Durée de vie considérée.

A.N:  $TCi = [90 \cdot 365 \cdot ((1 + 0.04)^{20} - 1)] / 0.04$

$$TCi = 9.782 \cdot 10^5 \text{ PL/J/SENS}$$

A.N:  $TCEi = 9.782 \cdot 10^5 \cdot 0.6$  essieux équivalents de 13 tonnes

$$TCEi = 5.869 \cdot 10^5 \text{ (essieux 13t)}$$

✚ Calcul de la déformation admissible sur le sol support  $\epsilon_{z,adm}$  :

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

A.N:  $\epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (5.869 \cdot 10^5)^{-0.235}$

$$\epsilon_{z,adm} = 9.7 \cdot 10^{-4}$$

✚ Calcul de la déformation admissible de traction ' $\epsilon_{t,adm}$ ' à la base de GB :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot Kne \cdot K\theta \cdot Kr \cdot Kc$$

Où :

- $\epsilon_6$  : Déformation limite détenue au bout de  $10^6$  cycle avec une probabilité de rupture 50 % à 10°C et 25Hz.
- **Kne** : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

$$kne = (TCEi / 10^6)^b$$

$$\underline{\text{A.N:}} K_{ne} = (5.869 * 10^5 * /10^6)^{-0.146}$$

$$K_{ne} = 1.08$$

- **K<sub>θ</sub>** : Facteur lié à la température.

$$K_{\theta} = \frac{(\quad^{\circ})}{(\quad)}$$

$$\underline{\text{A.N:}} K_{\theta} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$K_{\theta} = 1.33$$

- **K<sub>r</sub>** : Facteur lié au risque et dispersion.

$$=$$

Avec :

$$\delta = \frac{\quad}{\quad} + (\quad \times -)$$

$$\underline{\text{A.N:}} K_r = 10^{-(1.282)*(-0.146)*(0.62)}$$

$$K_r = 0.768$$

- **K<sub>c</sub>** : Facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur la chaussée.

$$K_c = 1.3$$

$$\underline{\text{A.N:}} \epsilon_{t.adm} = 100 * 10^{-6} * 1.08 * 1.33 * 0.768 * 1.3$$

$$\epsilon_{t.adm} = 143.41 * 10^{-6}$$

## 8. Conclusion :

D'après le **tableau .V.7**, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importante.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :



- Augmentation de la longévité de la route.
- Disponibilité de crédit d'investissement à court terme pour éviter les fluctuations dans le cas d'un investissement différé à long terme.
- Minimiser les coûts d'entretien.
- Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d'expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.
- Un meilleur comportement à l'agressivité des charges son cesse croissantes (l'orniérage).

**Etude et confortement des  
sites de glissement**

## 1. Généralité :

### 1.1. Introduction :

Les glissements de terrain sont parmi les mouvements de masse les plus spectaculaires et les plus fréquents, dont l'apparition provoque des déformations de la croûte terrestre. Ils se développent dans un massif de sols meubles ou de roches tendres et se produisent dans des circonstances très variées, affectant les ouvrages construits par l'homme (*déblais* et *remblais*) ou tout simplement, des pentes naturelles.

### 1.2. Définition des glissements de terrain :

Les glissements de terrain sont des mouvements qui affectent les talus et les versants naturels. Ils peuvent provoquer des dommages importants avec un impact économique sensible. Ce phénomène (*glissements de terrains*) peut être la conséquence d'un événement naturel (*fortepluie, érosion de berge, séisme*) ou plus ou moins la conséquence directe d'actions de l'homme telles que travaux de terrassement ou déforestation.



Photo. VI.1 : Vue du glissement.

### 1.3. Eléments descriptifs d'un glissement de terrain :

- ❖ **Escarpement principal** : surface inclinée ou verticale, souvent concave limitant le glissement à son extrémité supérieure et prolongée en profondeur par la surface de glissement.
- ❖ **Couronnes** : sont situées au-dessus de l'escarpement principal souvent peu affectées par le désordre. Seules quelques fissures ou crevasses témoignent de la mise en traction des terrains dans ces zones.
- ❖ **Tête** : c'est la limite amont du glissement et plus précisément la partie glissée ou se trouve en contact avec l'escarpement principal.
- ❖ **Escarpement secondaire** : circulaire semblable à l'escarpement principal, mais visible dans la masse remaniée. Ces escarpements confèrent à la masse en mouvement une structure en escalier.
- ❖ **Elément** : fraction de la masse glissée entre deux escarpements.
- ❖ **Flanc** : limite latérale du glissement prolongeant l'escarpement principal.

- ❖ **Pied** : correspond à l'intersection aval de la surface topographique initiale. Le pied est souvent masqué par le bourrelet.
- ❖ **Extrémité inférieure (pouce)** : zone aval du mouvement du terrain ou extrémité du bourrelet.
- ❖ **Rides transversales** : elles se forment dans le bourrelet du mouvement du terrain, témoins d'effort de compression pouvant aboutir à matériau.
- ❖ **Surface de glissement ou de rupture** : c'est une surface qui sépare la masse glissée des terrains en place.
- ❖ **Corps** : partie centrale du glissement recourant la surface de rupture.
- ❖ **Fissures de traction** : rupture au sein du matériau, se manifestant par des fentes d'importance et de formes diverses suivant leur position.

#### 1.4. Principaux types de mouvements :

Il existe de nombreuses classifications des mouvements de terrain; Selon la vitesse de déplacement, *deux*(02) ensembles peuvent être distingués :

- *Les mouvements lents et continus.*
- *Les mouvements rapides et discontinus.*

##### 1.4.1. Les mouvements lents et continus :

###### 1.4.1.1. Le fluage :

Il se caractérise par des mouvements lents, et des vitesses faibles, dans ce cas, il est difficile de mettre en évidence une surface de rupture.

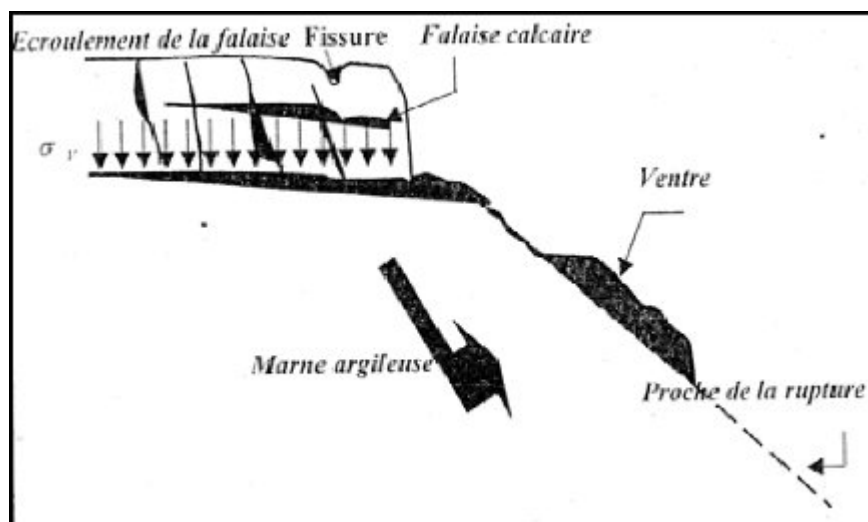


Figure .VI.1:Le phénomène du fluage.

###### 1.4.1.2. Les affaissements :

Evolution des cavités souterraines dont l'effondrement est amortie par le comportement souple des terrains superficiels. Ces cavités peuvent être:

- ❖ Des vides naturels par dissolution de roches solubles, calcaires, gypses...etc.
- ❖ Des ouvrages souterrains exécutés sans précaution.
- ❖ Des carrières souterraines (calcaire, craie, mines de sel, de charbon...etc.).

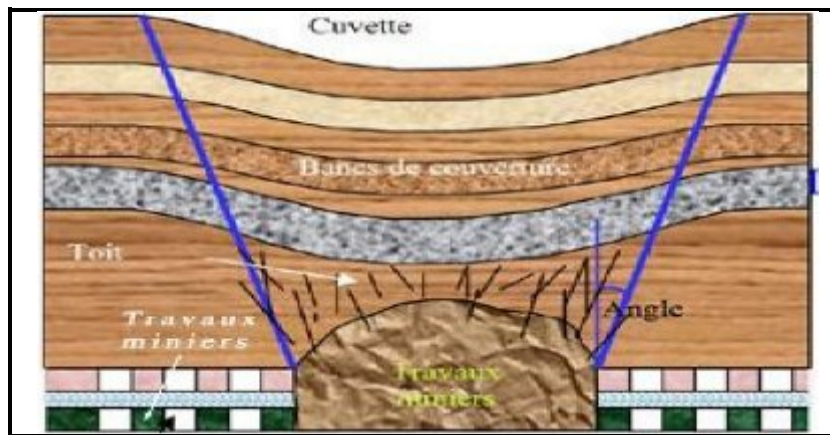


Figure .VI.2: L'affaissement.

#### 1.4.1.3. Les glissements de terrain:

##### ✚ Glissement plan :

Ce type de glissement se produit lorsque, le massif en pente est constitué de sols par exemple meubles reposant sur un substratum, ou encore lorsque la longueur de la surface de rupture potentiel est très grande par rapport à l'épaisseur du terrain. La taille de tels glissements est très variable et peut comprendre des surfaces allant de quelques mètres carrés ( $m^2$ ) à plusieurs kilomètres carrés ( $Km^2$ ).

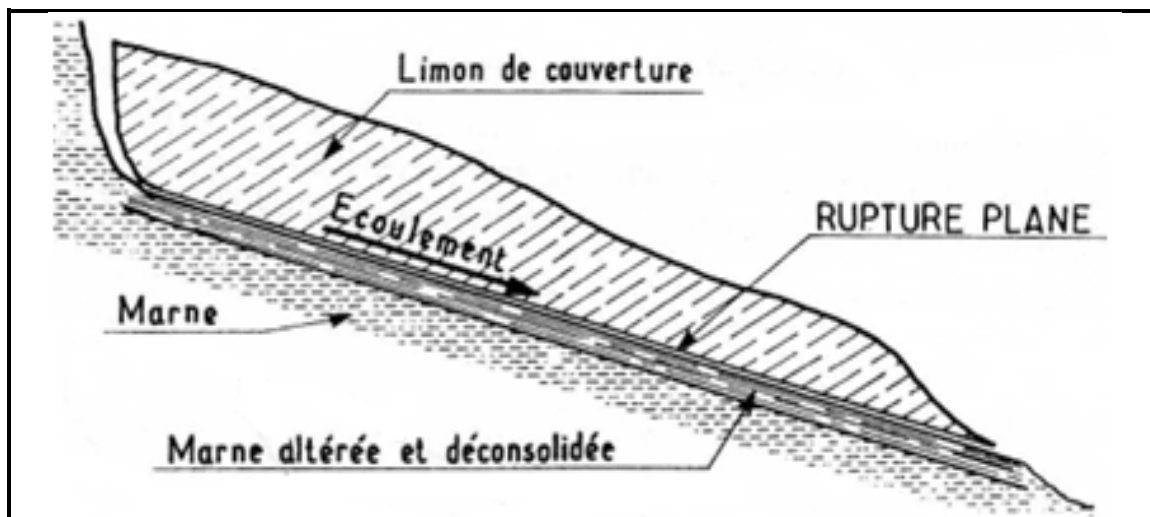


Figure .VI.3: Glissement plan.

### ✚ Glissement rotationnel :

Lors de glissement rotationnel, la masse se déplace vers l'aval le long d'une surface de rupture circulaire. Habituellement, les glissements de ce type sont de faible volume et le déplacement des matériaux est limité.

Ils se produisent principalement dans des terrains meubles homogènes surtout argileux et silteux. On distingue deux classes de glissement rotationnel :

#### ❖ Glissement rotationnel simple :

La surface de rupture à une forme simple et peut être assimilée à un cylindre dans la plupart des cas. Il comprend :

- En tête des fissures de traction.
- Un escarpement correspondant au départ de la surface de glissement.
- À la base, un bourrelet formé par des matières glissées.

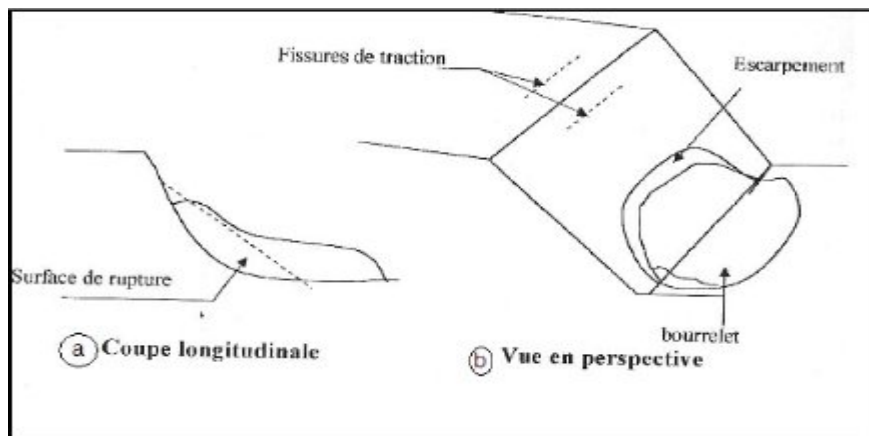


Figure .VI.4: Glissement rotationnel simple.

#### ❖ Glissement rotationnel complexe :

Il s'agit de glissements multiples « *emboîtés* » les uns dans les autres, dus à la suppression de la butée provoquée par le glissement précédent, ce qui entraîne ainsi des glissements successifs remontant vers l'amont.

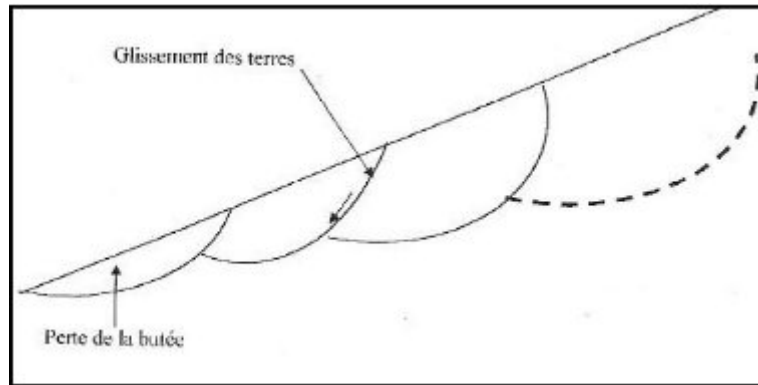


Figure .VI.5: Glissement rotationnel complexe.

## 1.4.2. Les mouvements rapides et discontinus :

### 1.4.2.1. Les écoulements et chutes de blocs:

Ils résultent de l'évolution de falaises allant, selon les volumes de matériaux mis en jeu, de la simple chute de pierres (*inférieur à  $0,1m^3$* ), à l'écroulement catastrophique supérieur à dix millions de mètre cube ( $m^3$ ), dans ce dernier cas, une extension importante des matériaux éboulés et une vitesse de propagation supérieure à cent kilomètre par heure ( $100Km/h$ ).

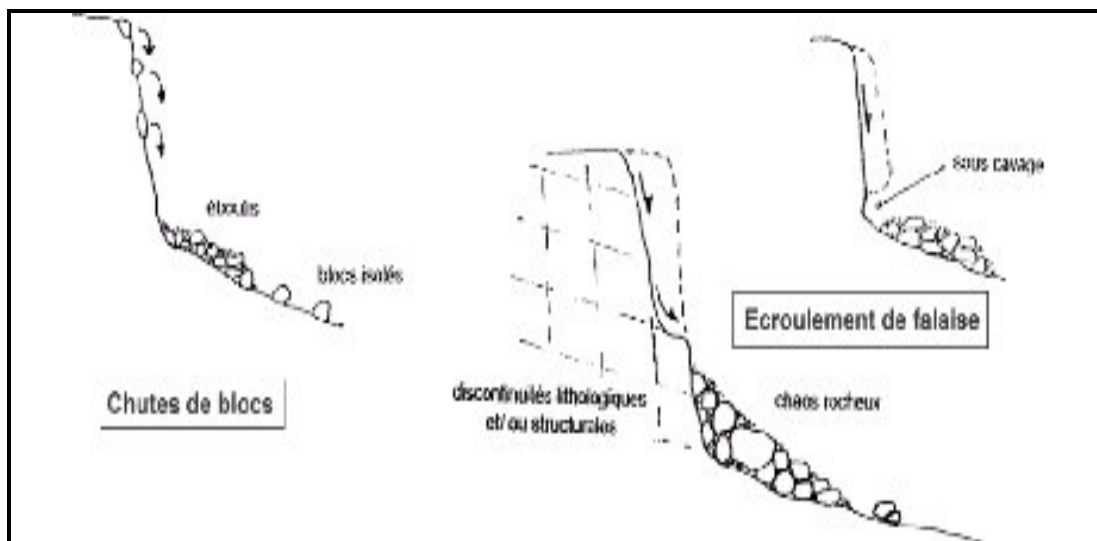


Figure .VI.6: Les chutes de blocs et les écoulements.

### 1.4.2.2. Les coulées boueuses:

Les coulées ont lieu dans des formations argileuses, ou à granulométrie très fine (marnes, schiste argileux, flysch argileux) fissurées ou saturées à plasticité moyenne. Ce phénomène caractérisé par un transport de matériaux sous forme plus ou moins fluide.





Photo .VI.2 : Les coulées boueuses.

1.4.2.3. Les effondrements:

Déplacements verticaux instantanés de la surface du sol par rupture brutale de cavités souterraines préexistantes, naturelles ou artificielles (*mines* ou *carrières*), avec ouverture d'excavations.

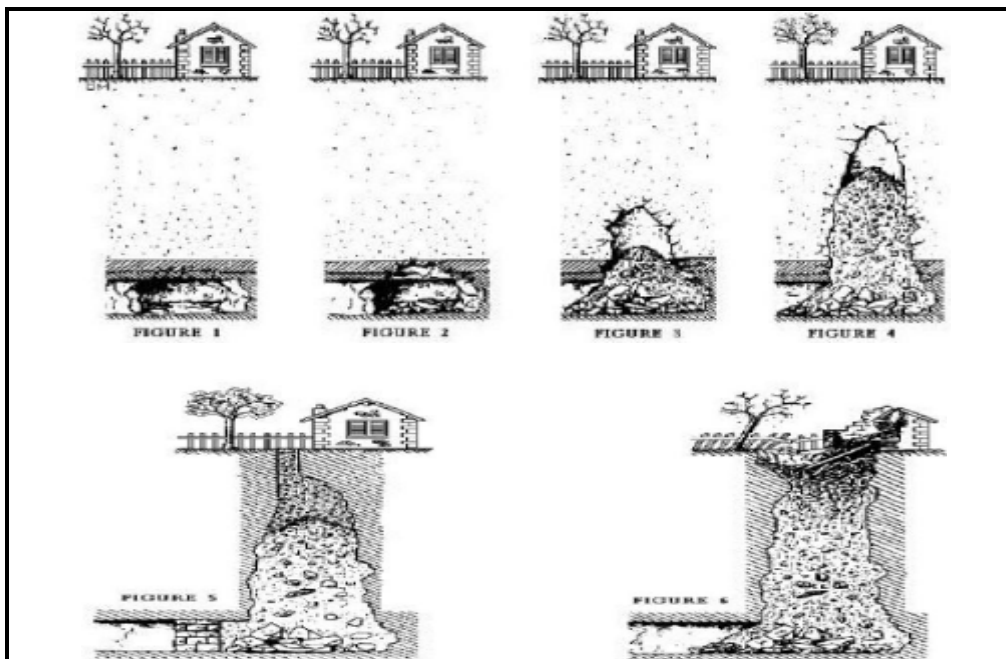


Figure .VI.7: Progression d'un effondrement.

1.4.3. Classification selon vitesse moyenne de glissement :



**Tableau .VI.1 : Classification selon l'activité en fonction de l'évaluation de la vitesse moyenne de glissement à long terme.**

Glissement	Vitesse de glissement
Substabilisé, très lent	0 - 2 cm/an
Peu actif, lent	2 - 10 cm/an
Actif (ou lent avec phases rapides)	> 10 cm/an

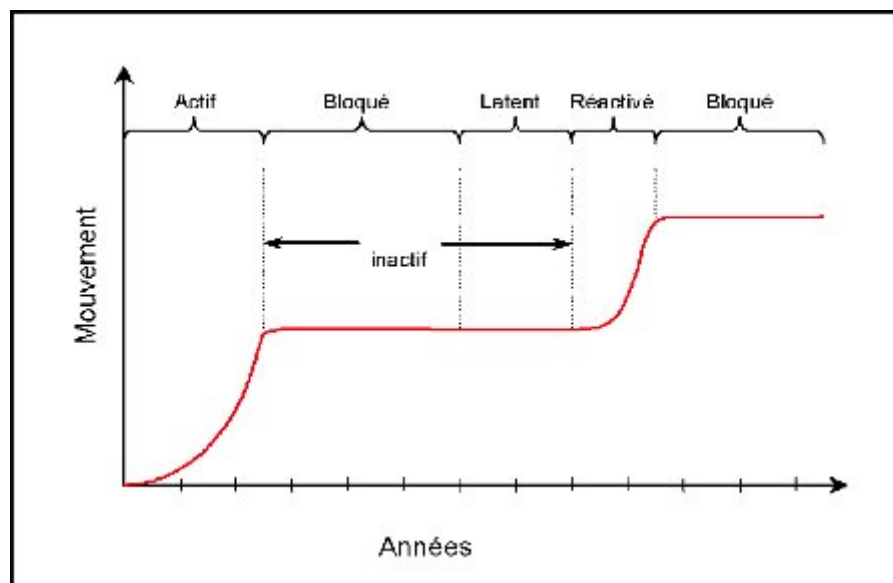
#### 1.4.4. Classification selon profondeur de glissement :

**Tableau .VI.2 : Classification selon la profondeur de la surface de glissement.**

Glissement	surface de glissement
Superficiel	0 - 2 m
Semi-profond	2 - 10 m
Profond	> 10 m

#### 1.5. Les phases de réactivations des glissements :

Les glissements de terrain se caractérisent par des phases d'activité variables : des périodes de vitesse de glissement plus élevée avec des phases de calme apparent.



**Figure .VI.8: Différentes phases de l'activité d'un glissement de terrain.**

##### 1.5.1. Glissements de terrain actifs :

Un glissement de terrain est considéré comme actif si un mouvement peut être constaté. Le déplacement peut être minime, les déformations de moins d'un millimètre étant toutefois difficilement détectables.

Les glissements actifs comprennent les glissements présentant des vitesses plus ou moins constantes à long terme tout comme les glissements avec des phases successives d'accélération.

### 1.5.2. Glissements de terrain réactivés :

Désigne les glissements de terrain qui quittent une phase inactive pour entrer dans une phase active. Habituellement, les glissements de terrain réactivés se déplacent le long d'une surface de glissement existante.

### 1.5.3. Glissements de terrain inactifs :

Désigne les glissements de terrain restés immobiles pendant plusieurs années. Ceux-ci se subdivisent en *quatre* (04) catégories :

- Glissements bloqués.
- Glissements latents.
- Glissements abandonnés.
- Glissements stabilisés.

## 2. Techniques et moyens de confortement :

### 2.1. Introduction :

Le confortement des talus est défini comme l'ensemble des méthodes qui servent à stabiliser la masse de terrain instable. La méthode de confortement choisie doit répondre aux exigences suivantes :

- **Coté résistance** : la méthode doit assurer la stabilité du talus, ainsi le mode de renforcement ne génère aucun risque d'augmenter les efforts moteur de notre talus.
- **Coté économique** : le mode de renforcement doit être le moins coûteux et le plus disponible dans le marché, car il y a des modes de renforcement qui nécessitent une importation, en règle générale on utilise ce qui est disponible (locale) et moins coûteux.
- **Coté technologique (ouvrabilité et maniabilité)**: la méthode de renforcement doit être simple et ne demande qu'un minimum d'effort ainsi qu'on peut la réaliser facilement.

### 2.2. Les différentes techniques de confortement:

#### 2.2.1. La modification géométrique (Terrassement):

Les conditions de stabilité étant directement liées à la pente du terrain, pour cela la modification géométrique et morphologique s'impose en premier lieu, elle peut être envisagée par plusieurs méthodes selon la nature du problème. On peut citer :

### 2.2.1.1. Le déchargement en tête (Allègement en tête):

Le déchargement en tête de glissement consiste à venir terrasser dans la partie supérieure. Il en résulte une diminution du poids moteur et, par conséquent, une augmentation du coefficient de sécurité.

La méthode de dimensionnement consiste en un calcul de stabilité le long de la surface de rupture déclarée en prenant en compte la modification de géométrie en tête.

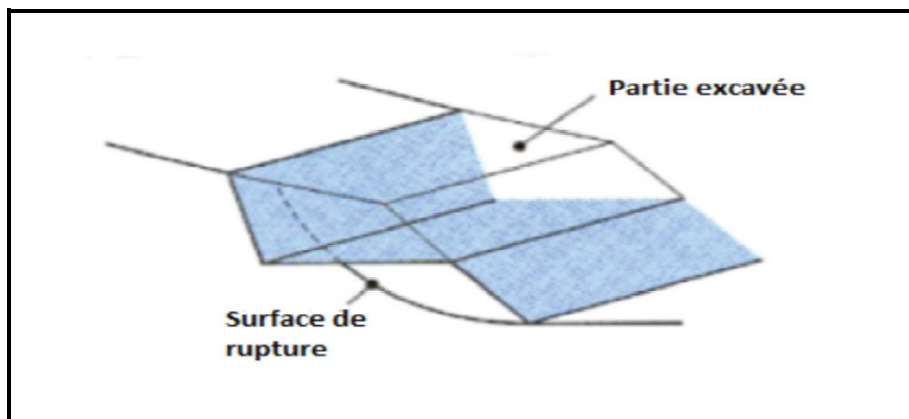


Figure .VI.9: Allègement en tête.

### 2.2.1.2. Le chargement en pied (Remblais en pied):

Le chargement en pied d'un glissement est une technique souvent utilisée, généralement efficace. L'ouvrage, également appelé banquette, berme ou butée, agit par contre balancement des forces motrices. Pour qu'il soit fiable, il faut réaliser un ancrage dans les formations sous-jacentes en place.

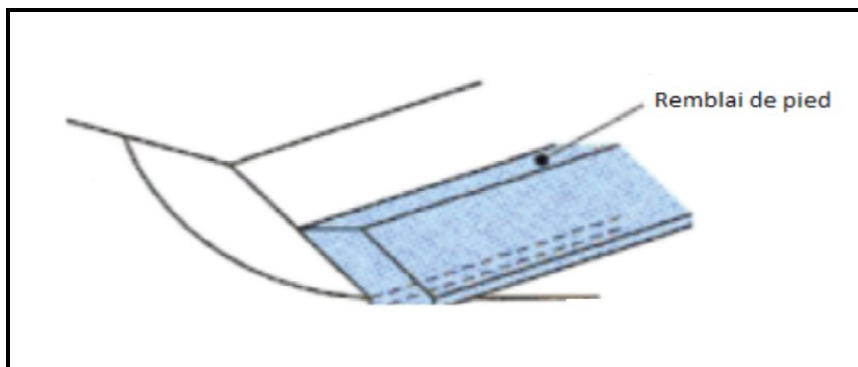
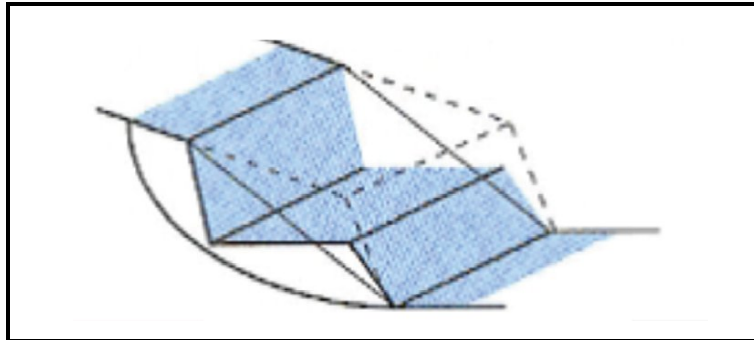


Figure .VI.10: Remblai de pied.

### 2.2.1.3. Le reprofilage :

Ce procédé s'apparente au déchargement en tête : il consiste à un adoucissement de la pente moyenne. Ce type de traitement est spécifiquement bien adapté aux talus de déblais, et il est de pratique courante. Notons que l'exécution de risbermes a l'avantage d'améliorer la stabilité par rapport à une pente unique et de créer des voies d'accès pour l'entretien ou des

travaux complémentaires. L'adoucissement de la pente est généralement mal adapté aux versants naturels instables car il met en jeu des volumes de sol très importants.



**Figure .VI.11: Reprofilage**

#### **2.2.1.4.Purge :**

Les techniques de terrassement s'accompagnent fréquemment de purges du matériau déplacé par le glissement. Cette solution est généralement limitée aux glissements de taille modeste. On peut, dans certains cas, purger l'ensemble du matériau glissé, à condition que la surface mise à nu soit stable.

#### **2.2.1.5.Substitution totale ou partielle :**

La substitution totale consiste à venir purger l'ensemble des matériaux glissés ou susceptibles de glisser, et à les remplacer par un matériau de meilleure qualité.

Cela permet de reconstituer le profil du talus initial. Il importe de vérifier la stabilité au cours des phases de travaux et celle du talus définitif dans lequel on prend en compte les caractéristiques du matériau de substitution et du matériau en place.

La substitution de matériaux glissés suppose que l'on connaisse le volume de matériaux concerné, que l'on excave plus profondément que la surface de rupture, et que

L'on réalise des redans afin d'assurer un bon accrochage entre le substratum et le sol d'apport. La tenue des talus provisoires de la purge dépend des conditions de terrassement, de la météorologie, des hétérogénéités locales.

Des substitutions partielles sont souvent employées, sous forme de bèches ou de contreforts discontinus. Le coefficient de sécurité de la pente ainsi traitée peut être estimé en prenant la moyenne pondérée des coefficients de sécurité de la pente avec et sans substitution.

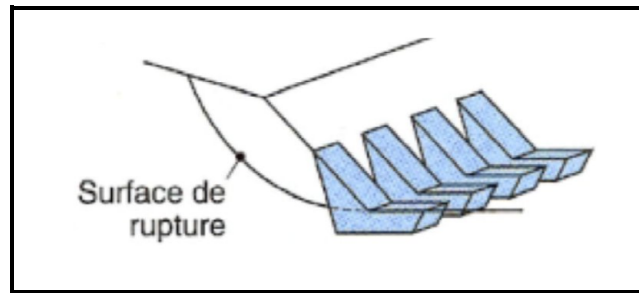


Figure .VI.12: substitution partielle.

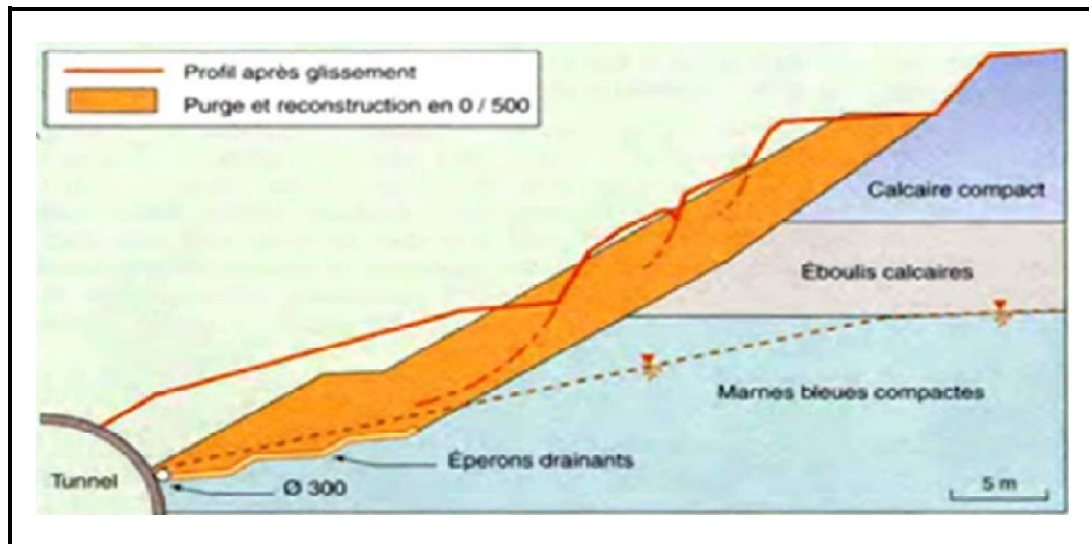


Figure .VI.13: substitution totale des matériaux glissés.

### 2.2.2. Dispositifs de drainage :

Dans la plupart des cas de glissement, l'eau joue un rôle moteur déterminant. Elle peut être un facteur occasionnel de glissement, sinon la cause principale de celui-ci, le drainage est recommandé dans la majorité des cas.

En outre, l'implantation d'un dispositif de drainage est souvent moins coûteuse que les autres méthodes de stabilisation. L'efficacité d'un système de drainage est liée en particulier à la nature et l'hétérogénéité des terrains.

Les méthodes de drainage habituelles consistent généralement à :

- Capturer les eaux de surface,
- Éviter les ruissellements et infiltrations dans les zones instables,
- Diminuer les pressions interstitielles en profondeur en abaissant la nappe
- Améliorer l'écoulement des eaux dans les structures.

Parmi ces méthodes, on trouve les techniques suivantes :

### 2.2.2.1. Tranchées drainantes :

Les tranchées drainantes sont des structures allongées, disposées perpendiculairement aux écoulements afin de rabattre le niveau de la nappe.

Leur mode de réalisation consiste à creuser à la pelle, des tranchées de plusieurs mètres de profondeur (*entre 4 à 6 m*) et une largeur d'environ un mètre (*0,8 à 1,20m*). On met des tubes en *P.V.C* ; on les remplit avec des matériaux drainant le tout est protégé par un géotextile anti-contaminant (voir la **figure .VI.15**).

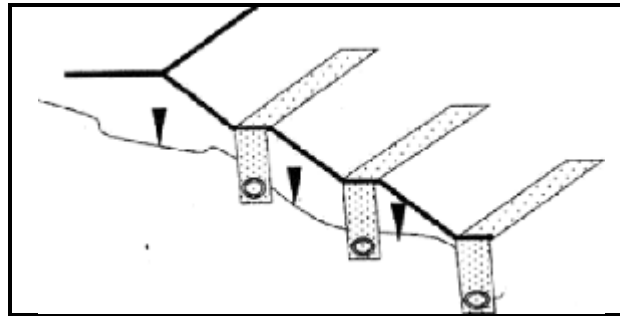


Figure .VI.14: Tranchées drainantes.

### 2.2.2.2. Les éperons drainants :

Les éperons drainants sont des excavations étroites (*environ 1m*), mais qui peuvent atteindre une profondeur supérieure à 7m.

Leur mode d'exécution consiste à creuser des tranchées de plusieurs mètres, parallèlement à la pente du talus avec engins mécaniques, sans qu'elles soient trop espacées pour assurer un bon drainage, ensuite ces tranchées sont remplies en matériaux granulaires grossiers (voir la **figure .VI.16**).

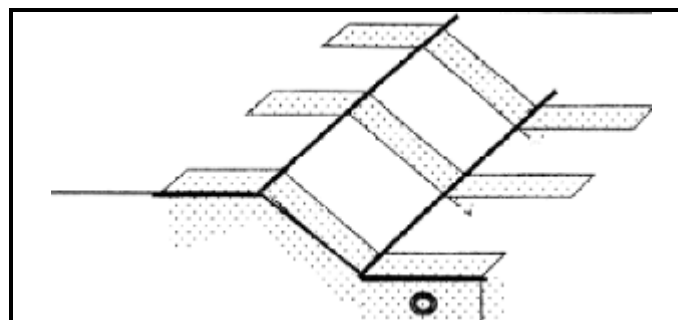


Figure .VI.15: Eperons drainantes.

### 2.2.2.3. Drains subhorizontaux :

Cette technique consiste à réaliser des puits ou des tubes de petits diamètres légèrement inclinés (5%) vers l'extérieur pour permettre l'écoulement de l'eau au sein du terrain.

Leur exécution présente des difficultés liées par exemple à la longueur du drain à réaliser dans le cas de terrains à faible pente.

Cette technique est utilisée quand la nappe est trop profonde pour être atteinte par des drains superficiels.

La meilleure justification de l'utilisation de drains subhorizontaux est le cas d'un aquifère assez perméable (sable, roche extrêmement fracturée) dont l'émergence est masquée par des terrains moins perméables (éboulis argileux). Le rayon d'action de chaque drain est faible.

La méthode est souvent inefficace dans des formations argileuses (trop faible perméabilité, circulation trop diffuse). Toutefois, le rabattement de la nappe, si faible soit-il, pourra suffire dans certains cas.

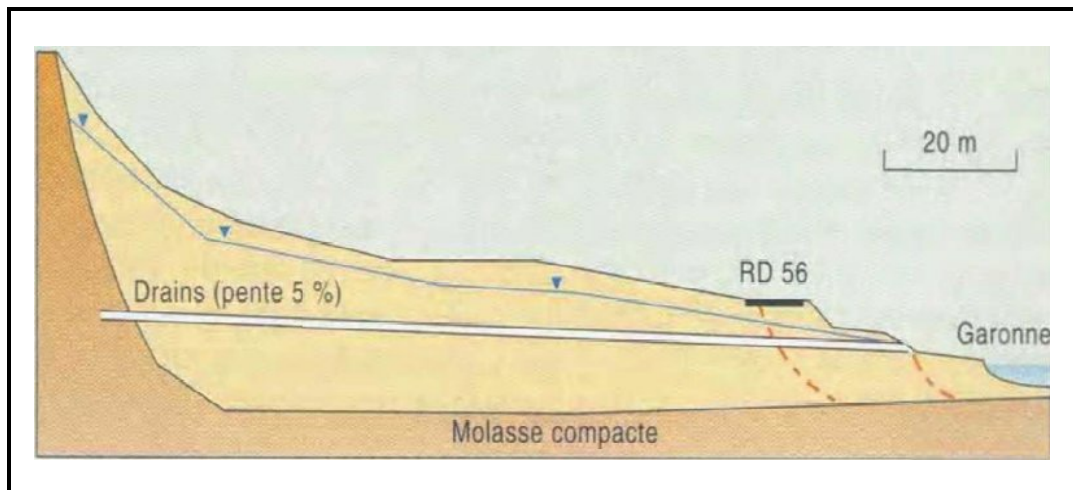


Figure .VI.16: Stabilisation par drains subhorizontaux.

#### 2.2.2.4. Les drains verticaux :

Les *drains verticaux* sont utilisés pour l'amélioration des sols saturés en eau (exp : terrain silteux ou argileux). La technique consiste à foncer verticalement dans le terrain, suivant un maillage déterminé, un drain préfabriqué. Au moment de sa mise en service, le drain transporte l'eau du terrain jusqu'à la surface. La surcharge est apportée en générale par un remblai de pré-chargement.

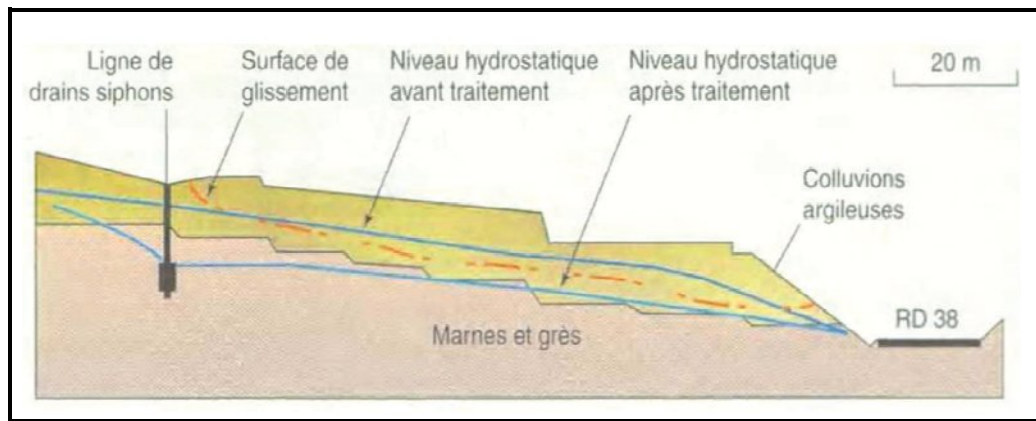


Figure .VI.17: stabilisation par drains verticaux.

### 2.2.3. Les éléments résistants :

Ces procédés ne s'attaquent pas à la cause des mouvements mais visent à réduire ou à arrêter les déformations. Elles sont intéressantes dans les cas où les solutions précédentes (*modification géométrique* et *drainages*) ne peuvent pas être techniquement ou économiquement mises en œuvre. La compatibilité des déplacements du sol et des structures doit être prise en compte lors du choix de ce type de technique.

#### 2.2.3.1. Inclusion d'éléments souples ou rigides :

##### ✚ Les clous et micropieux :

Désignée aussi par le terme *cloutage*. Les armatures, généralement métalliques, sont déposées perpendiculairement aux lignes de glissements éventuelles. La technique repose sur un transfert des efforts du sol vers les barres par mise en butée du terrain. Il en résulte une cohésion apparente du sol clouté, ce qui explique le succès du procédé.

Par ailleurs, on ne peut pas stabiliser par cette technique des glissements de grande ampleur, qui nécessiteraient l'introduction d'efforts considérables.





Photo .VI.3 : Un versant stabilisé par clouage.

#### ✚ Pieux et barrettes :

La stabilisation d'un glissement par des *pieux* ou des *barrettes* procède du même principe que précédemment. Mais, compte tenu de leur inertie importante, les pieux travaillent principalement en flexion/cisaillement quand les clous de faible inertie travaillent en traction/flexion.

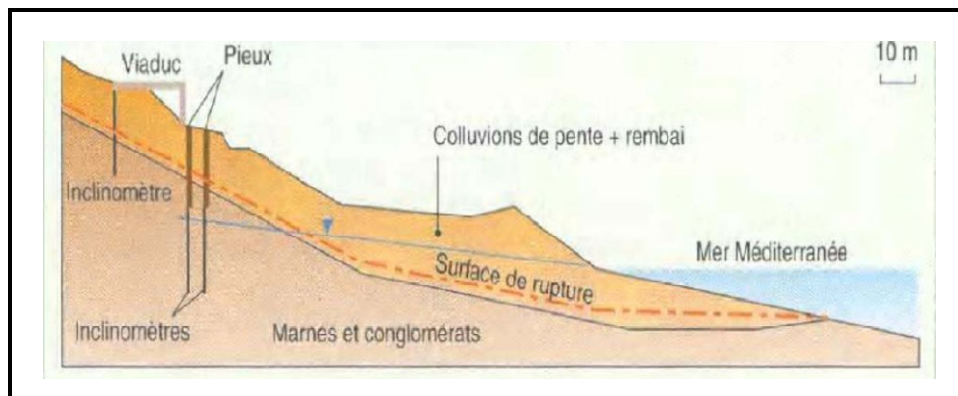


Figure VI.18: confortement par pieux.

#### 2.2.3.2. Ouvrage de soutènement :

Il existe plusieurs types d'ouvrages destinés à résister à la poussée des terres on distingue : les ouvrages rigides (*Mur en béton armé*), les ouvrages souples (*Mur en gabion*) et les ouvrages flexibles (*Rideau de palplanches*).

### ✚ Les ouvrages rigides :

Les ouvrages rigides ne sont pas toujours les mieux adaptés à la stabilisation des glissements de terrain, du fait de leur incompatibilité avec toute déformation ; en outre, le dimensionnement doit prendre en compte les efforts très importants engendrés par le glissement.

Lorsque l'ouvrage est correctement ancré et suffisamment résistant vis-à-vis des efforts qui lui sont appliqués, il est fixe. La pratique est de dimensionner l'ouvrage en prenant en compte un effort limité de butée du sol en amont, qui est l'effort maximal apporté par les masses en mouvement (la déformation du sol étant une compression), et on cite à titre d'exemple les murs en béton.

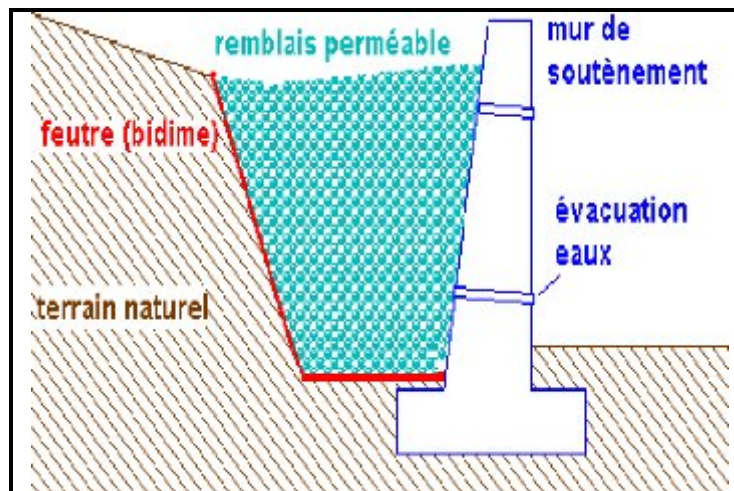


Figure .VI.19: Exemple d'ouvrage rigide :Mur de soutènement.

### ✚ Les ouvrages souples :

Les ouvrages souples sont des structures obtenues à partir de gabions, de murs cellulaires, ou de sol renforcé par fils, par armatures synthétiques ou métalliques, par nappes de géotextiles, par grilles métalliques ou synthétiques.

Ces ouvrages fonctionnent comme les massifs poids décrits ci-dessus. On les dimensionne en deux phases : vis-à-vis de la stabilité interne selon une méthode propre à chacune des techniques, et vis-à-vis de la stabilité externe ainsi que décrit précédemment.

Ces techniques, qui admettent les déformations du sol, sont utilisées nettement plus couramment que les murs rigides.



Photo .VI.4 : Exemple d'ouvrage souple : Mur en gabion.

#### ✚ Les ouvrages flexibles :

Les ouvrages flexibles (*Palplanches*) sont utilisés en soutènement provisoire ou permanent. Cette technique est applicable dans tous les terrains meubles.

Ces rideaux sont auto stables pour une hauteur de terre à soutenir de 3 à 4 mètres. Au delà ils doivent être ancrés. L'un des avantages de cette technique est la rapidité d'exécution. Par contre leur utilisation pose des problèmes particuliers en site urbain en raison des nuisances créées par le fonçage à proximité d'habitations.

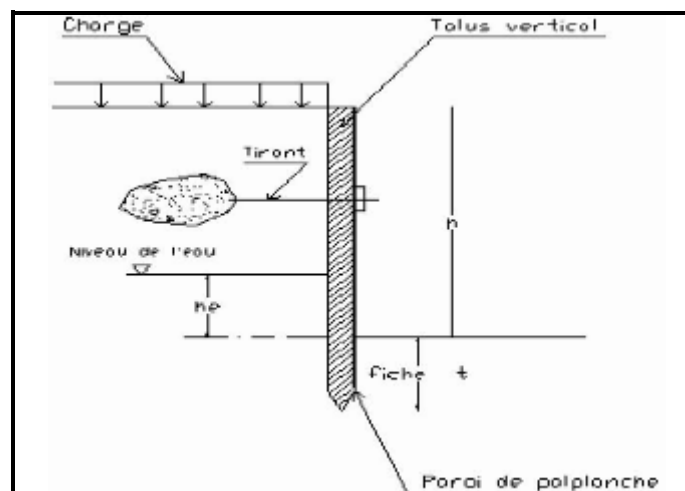


Figure .VI.20: Paroi de palplanche.

### 2.2.3.3. Tirants d'ancrages :

Le principe de base consiste à mobiliser un certain volume de terrain ou de rocher encaissant, afin de rétablir ou de renforcer la stabilité d'une fondation, au glissement ou au soulèvement.

Un tirant est constitué par une armature continue au diamètre d'une trentaine ou quarantaine de millimètres (barre unique ou faisceau de barres, tube, fils ou torons parallèles, câble,) scellée dans un forage sur une partie de sa longueur, par injection de coulis ou de mortier de scellement, ou ancrée mécaniquement dans un terrain.

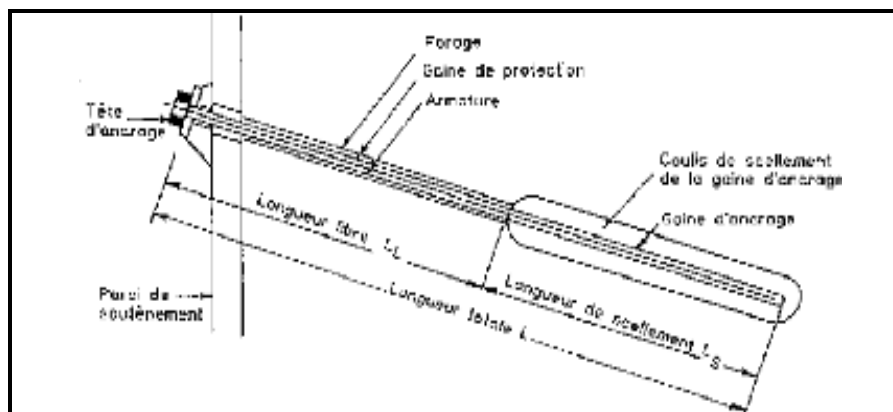


Figure .VI.21: Schéma de principe d'un tirant d'ancrage injecté.

### 2.2.3.4. Les géotextiles :

Les géotextiles sont des produits textiles à bases de fibres polymères utilisées au contact du sol dans le cadre d'application dans le domaine de la géotechnique et du génie civil. Leurs domaines d'utilisation sont très vastes et concernent aussi bien la géotechnique routière, les centres de stockage des déchets, les aménagements hydrauliques, la stabilisation des sols et le renforcement des fondations....etc.

Les principales fonctions des géotextiles sont :

- **La séparation** : éviter l'interpénétration des sols de nature et de granulométrie différente (en vue de maintenir leurs performances initiales).
- **La filtration** : assurer le passage de l'eau perpendiculairement au plan de la nappe en retenant les particules de sol.
- **Le drainage** : assurer le passage de l'eau dans le plan de la nappe.
- **Le renforcement** : améliorer la résistance d'un massif de sol dans lequel il est inclus.
- **La protection** : protéger une structure fragile (géomembrane) contre des éléments poinçonnant.
- **La lutte contre l'érosion** : limiter les mouvements des particules de sol en surface causés par l'eau ou le vent.



#### 2.2.4. La végétalisation :

La végétation possède un rôle stabilisateur mécanique par enracinement dans le sol. C'est une méthode écologique et économique qui consiste à stabiliser le sol avec des plantations appropriées au terrain et à l'environnement.



Photo .VI.5 : l'implantation des plantes dans un talus.

### 3. Description des talus à conforter :

#### 3.1. Introduction :

La reconnaissance d'une zone instable commence d'abord par l'exploitation des documents bibliographiques disponibles tels que les cartes géographiques, les cartes topographiques, les photographies aériennes...etc. Mais ces données restent insuffisantes car elles nous renseignent seulement sur les affleurements de surface, donc il faut compléter ces données par des campagnes de reconnaissances « *in situ* » et au laboratoire qui interviennent comme moyens indispensables permettant de fournir des renseignements sur la nature lithologique des différentes couches, d'apprécier leur homogénéité et d'estimer leur caractéristiques mécaniques.

#### 3.2. Description du site au PK : 03+500 :

##### 3.2.1. Situation et description :

Le versant est traversé à mi-hauteur par le *CW158*, incisé par plusieurs thalwegs et ayant laissé des talus amont et aval doté de pentes raides.

Ces talus sont soumis aux phénomènes d'érosion, de ravinement et quelques loupes de glissement.



Photo.VI.6 : Localisation du site(PK 03+500).



Photo .VI.7 : Localisation du talus amont(PK 03+500).

Le flanc instable est constitué par une couverture quaternaire constituée par des formations de pente (argiles caillouteuses) reposant sur le substratum marneux à marno-calcaire, présentant des pentes raides et un pendage orienté dans le même sens de la pente, favorisant le glissement.

### 3.2.2. Essais in-situ :

Un (01) Sondage carotté de *dix* (10) m de profondeur et un (01) essai pressiométrique de *dix* (10) m de profondeur ont été réalisés au niveau **PK 03+500**.

#### A. Sondage carotté :

0.00 - 0.50 : Remblais.

0.50 - 4.50 : argiles marneuses à passages de cailloutis.

4.50 - 8.00 : Marnes schisteuses altérées et friables.

8.00 - 10.00 : Marnes beiges à jaunâtres moyennement compactes à compactes.



Photo.VI.8 : Photo de sondage carotté (PK 03+500).

#### ✚ Interprétation :

L'analyse de la coupe de sondage montre que le sous-sol du site est constitué par des argiles marneuses à passages de cailloutis, des marnes schisteuses altérées et friables reposant sur un substratum marneux à marno-calcaire à filonnets de calcite subaffleurant.

#### B. Essai pressiométrique :

L'essai pressiométrique effectué au niveau du site sur une profondeur 10m, est réalisé à chaque pas de 2 m.

Tableau .VI.3 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 03+500).

Paramètres	Profondeur				
	2	4	6	8	10
E	5028.43	665.95	843.70	786.77	6386.87
PL	69.69	46.48	49.53	49.48	75.06
E/PL	72.15	14.32	17.03	15.90	85.09

#### ✚ Interprétation :

L'essai pressiométrique a enregistré des valeurs de pressions limites moyennes à élevées.

#### 3.2.3. Essai au laboratoire :

Les prélèvements d'échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- Mesures de teneurs en eau.
- Mesures de densités.
- Limite d'Atteberg.
- Essai à la compression simple.

- Analyse chimique sommaire.

Les résultats des essais sont insérés dans le tableau suivant :

**Tableau .VI.4 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 03+500).**

<i>Sondage carotté</i>		<b>3.90 - 4.30</b>	<b>4.60 - 5.20</b>
<i>Caractéristiques</i>		<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>		20	12
<i>Densité sèche <math>\gamma_d</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>		1.66	1.70
<i>Densité humide <math>\gamma_h</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>		1.99	1.90
<i>Limite d'Atterberg</i>	<i>WL%</i>	44.26	/
	<i>WP%</i>	22.13	/
	<i>IP</i>	22.11	/
<i>Rc (bars)</i>		/	1.03
<i>Cuu (bars)</i>		/	9
<i>Insoluble %</i>		82.80	65.80
<i>Carbonate %</i>		12.30	23.49
<i>Gypse %</i>		Néant	Néant
<i>So4 mg/kg</i>		Néant	Néant

#### ✚ Interprétation :

- Ces sols présentent des teneurs en eau moyenne et des densités humides élevées.
- Les résultats des essais à la compression simple ont donné des valeurs de Rc moyennes.
- Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas agressifs pour les bétons de fondations.

#### 3.2.4. Causes du glissement :

- La présence de couverture quaternaire argileuse sur un substratum imperméable marno-calcaire est un facteur indubitable de genèse de mouvements de sols.
- Pentes raides.
- Pendage des couches orienté dans le même sens de la pente du terrain.
- Versant soumis aux phénomènes d'érosion et de ravinement.
- Travaux de terrassement (déblais de grande hauteur).
- Absence de dispositifs de drainage.

#### 3.2.5. Moyens de confortement :

- Construction d'un ouvrage souple de type mur en gabions
- Drainage des eaux pluviales.

Les caractéristiques géotechniques à prendre en compte pour la construction d'un mur en gabion sont :



$$\begin{aligned}
 Q_{adm} &= 1.8 \text{ à } 2 \text{ bars} \\
 \gamma_h &= 2.2 \text{ t/m}^3 \\
 30^\circ &\leq \varphi_{uu} \leq 40^\circ \\
 &\leq C_{uu} \leq
 \end{aligned}$$

### 3.3. Description du site au PK : 04+300 :

#### 3.3.1. Situation et description :

Le site est localisé sur un versant avec un talus de grande hauteur à pente raide et surmonté par des constructions.

Le site est caractérisé par une rupture du talus à relief très accentué, par des phénomènes d'érosion et de ravinement causés par les ruissellements diffus.

Les travaux de terrassements ont laissé un talus à pente raide sans confortement dont le replat de la crête a été exploité pour la construction des bâtisses sans prendre de précaution de distance.

Le talus instable est caractérisé par des désordres de type rupture et fissures de traction et il est soumis aux phénomènes d'érosion et d'altération.

C'est un talus de grande hauteur avec une pente subverticale.



**Photo.VI.9 : localisation du site (PK 04+300).**

C'est un glissement du manteau de la couverture constituée par des argiles limoneuses à graveleuses.

Ce talus à pente raide a été soumis aux infiltrations d'eau provoquant l'érosion, altération et glissement du manteau des formations quaternaire.

Le substratum marneux a été soumis aux phénomènes de plissement et de fracturation conduisant à un faciès chaotique.

Le site est soumis à une tectonique cassante conduisant à la fracturation des formations marno-calcaire.

### 3.3.2. Essais in-situ :

Un (01) Sondage carotté de *dix* (10) m de profondeur à été réalisés au niveau **PK 04+300**.

#### A. Sondage carotté :

0.00 - 1.00 : Remblais.

1.00 - 2.50 : Marnes argileuses à passage de cailloutis.

2.50 - 4.50 : Marnes altérées avec passage d'encroutement.

4.50 - 10.00 : Marnes schisteuses friables et fracturées.



**Photo.VI.10 : Photo de sondage carotté (PK 04+300).**

#### ✚ Interprétation :

L'analyse des coupes de sondages montrent que le sous-sol du site est constitué par des formations de pente à matrice argileuse, des argiles marneuses beiges reposant sur un substratum marneux à marno-calcaire subaffleurant très fracturé.

### 3.3.3. Essai au laboratoire :

Les prélèvements d'échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- Mesures de teneurs en eau.
- Mesures de densités.
- Essai à la compression simple.
- Analyse chimique sommaire.

Les résultats des essais au laboratoire sont insérés dans le tableau suivant :

Tableau .VI.5 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 04+300).

<i>Sondage carotté</i>	<b>2.00 - 2.40 (m)</b>	<b>4.50 - 5.20 (m)</b>
<i>Caractéristiques</i>		
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>	18.00	12.00
<i>Densité sèche <math>\gamma_d</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.60	1.73
<i>Densité humide <math>\gamma_h</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.88	1.93
<i>Rc (bars)</i>	/	8.40
<i>Cuu (bars)</i>	/	4.20
<i>Insoluble %</i>	82.80	70.70
<i>Carbonate %</i>	10.20	22.40
<i>Gypse %</i>	Néant	Néant
<i>So4 mg / kg</i>	Néant	Néant

### Interprétation

- Ces sols présentent des teneurs en eau moyenne et des densités humides moyennes à Elevées.
- Les résultats des essais à la compression simple ont donné des valeurs de Rc faibles
- Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas agressifs pour les bétons de fondations.

#### 3.3.4. Causes du glissement :

- La présence de couverture quaternaire argileuse sur un substratum imperméable marneux.
- Pentes très raides.
- Absence de dispositifs de drainage.
- Phénomènes d'érosion et de ravinement.
- Surcharges des ouvrages de construction.
- Non prise de mesures de prévention des fondations sur les crêtes de talus.
- Hauteur du talus.
- Terrassement Anthropique.

#### 3.3.5. Moyen de confortement :

- Construction d'un ouvrage rigide de type mur de soutènement en béton armé dans le substratum marneux.
- Drainage des eaux pluviales.

Les caractéristiques géotechniques à prendre en considération pour la construction d'un mur de soutènement sont :

$Q_{adm} = 1.8 \text{ à } 2.5 \text{ bars}$ $\gamma_h = 1.8 \text{ à } 2.5 \text{ t/m}^3$ $20^\circ \leq \varphi_{uu} \leq 30^\circ$ $0.6 \leq C_{uu} \leq 0.8 \text{ bars}$
---

### 3.4. Description du site au PK : 04+900 :

#### 3.4.1. Situation et description :

Le site est caractérisé par une rupture du talus à relief très accentué, dû aux phénomènes d'érosion et des ravinements causés par les ruissellements diffus ainsi qu'aux surcharges apportés par les bâtisses.

Les travaux de terrassements ont laissé un talus à pente raide sans confortement dont le replat de la crête a été exploité pour la construction des bâtisses sans prendre de précaution de distance.



Photo.VI.11 : localisation du site (PK 04+900).

C'est un glissement du manteau de la couverture constituée par des argiles marneuses graveleuses à caillouteuses.

Ce talus à pente raide a été soumis aux infiltrations d'eau provoquant l'érosion, altération et glissement du manteau des formations quaternaire.

#### 3.4.2. Essai in-situ :

Un (01) Sondage carotté de *dix* (10) m de profondeur et un (01) essai pressiométrique de *dix* (10) m de profondeur ont été réalisés au niveau **PK 04+900**.

##### A. Sondage carotté :

0.00 - 0.40 : Remblais.

0.40 - 3.00 : Argiles Marneuses graveleuses à caillouteuses.

3.00 - 6.00 : Marnes schisteuses altérées et friables.

6.00 - 10.00 : Marnes à marno-calcaire à filonnets de calcite.



Photo.VI.12 : Photo de sondage carotté (PK 04+900).

### B. Essai pressiométrique :

Les essais pressiométriques, effectués sur site sur une profondeur de 10m sont réalisés à chaque pas de 2 m.

Les valeurs de pressions limites et modules pressiométriques sont insérés dans le tableau suivant:

Tableau .VI.6 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 04+900).

Paramètres	Profondeur				
	2	4	6	8	10
<b>E</b>	103.20	133.99	119.56	214.83	362.68
<b>PL</b>	9.16	15.07	24.07	27.09	34.12
<b>E/PL</b>	11.26	8.89	4.96	7.93	10.62

### ✚ Interprétation :

Les essais pressiométriques ont enregistré des valeurs de pressions limites faibles sur les premiers mètres puis deviennent moyennes sur le reste de la profondeur investiguée.

### 3.4.3. Essai au laboratoire :

Les prélèvements d'échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- Mesures de teneurs en eau.
- Mesures de densités.
- Essai à la compression simple.
- Analyse chimique sommaire.

Les résultats des essais sont insérés dans le tableau suivant :



Tableau .VI.7 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 04+900).

<i>Sondage carotté</i>	<b>2.60 - 3.00 (m)</b>	<b>6.50 - 7.30 (m)</b>
<i>Caractéristiques</i>		
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>	18.00	12.00
<i>Densité sèche <math>\gamma_d</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.56	1.72
<i>Densité humide <math>\gamma_h</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.84	1.93
<i>Rc (bars)</i>	/	13.40
<i>Cuu (bars)</i>	/	6.70
<i>Insoluble %</i>	82.30	70.17
<i>Carbonate %</i>	8.38	33.14
<i>Gypse %</i>	Néant	Néant
<i>So4 mg / kg</i>	Néant	Néant

#### ✚ Interprétation

- Ces sols présentent des teneurs en eau moyennes et des densités humides moyennes.
- Les résultats des essais à la compression simple ont donné des valeurs de Rc moyennes.
- Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas agressifs pour les bétons de fondations.

#### 3.4.4. Causes du glissement :

- La présence de couverture quaternaire argileuse sur un substratum imperméable marneux.
- Pentes très raides.
- Absence de dispositifs de drainage.
- Erosions et ravinement des talus abrupts.
- Surcharges apportés par les ouvrages de construction.
- Non prise de mesures de prévention des fondations sur les crêtes de talus.

#### 3.4.5. Moyen de confortement :

- Construction d'un ouvrage rigide de type mur en béton armé.
- Drainage des eaux pluviales.

Les caractéristiques géotechniques à prendre en considération pour la construction d'un mur de soutènement en béton armé sont :

$Q_{adm} = 2.2 \text{ bars}$ $\gamma_h = 1.8 \text{ à } 2.5 \text{ t/m}^3$ $20^\circ \leq \varphi_{uu} \leq 30^\circ$ $0.6 \leq C_{uu} \leq 0.8 \text{ bars}$
--

### 3.5. Description du site au PK : 05+100 :

#### 3.5.1 Situation et description :

Le site est caractérisé par une rupture du talus à relief très accentué, dû aux phénomènes d'érosion et de ravinelements causés par les ruissellements diffus ainsi qu'aux surcharges apportés par les bâtisses.

Les travaux de terrassements ont laissé un talus à pente raide sans confortement dont le replat de la crête a été exploité pour la construction des bâtisses sans prendre de précaution de distance.



**Photo .VI.13 : Affleurement du substratum marneux surmonté d'une couverture argilo-graveleuse(PK 05+100).**



**Photo.VI.14 : Substratum marneux fracturé et diaclases(PK 05+100).**

C'est un glissement du manteau de la couverture constituée par des argiles limoneuses à graveleuses.

Ce talus à pente raide a été soumis aux infiltrations d'eau provoquant l'érosion, l'altération et glissement du manteau des formations quaternaire

### 3.5.2 Essai in-situ :

Un (01) Sondage carotté de *dix* (10) m de profondeur à été réalisés au niveau **PK 06+100**.

#### A. Sondage carotté :

0.00 - 0.30 : Remblais.

0.30 - 1.20 : Argiles marneuses caillouteuses.

1.20 - 5.00 : Marnes schisteuses friables de couleur grises.

5.00 - 10.0 : Marnes compactes fracturées.



**Photo.VI.14 : Photode sondage carotté (PK 05+100).**

#### B. Essai au laboratoire :

Les prélèvements d'échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- Mesures de teneurs en eau.
- Mesures de densités.
- Essai à la compression simple.
- Analyse chimique sommaire.

Les résultats des essais sont insérés dans le tableau suivant :



Tableau .VI.8 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 05+100).

<i>Sondage carotté</i>	<b>2.00 - 2.60 (m)</b>	<b>5.50 - 5.90 (m)</b>
<i>Caractéristiques</i>		
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>	8.00	6.00
<i>Densité sèche <math>\gamma_d</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.70	1.78
<i>Densité humide <math>\gamma_h</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.83	1.88
<i>Rc (bars)</i>	4.40	14.60
<i>Cuu (bars)</i>	2.20	7.30
<i>Insoluble %</i>	68.60	71.40
<i>Carbonate %</i>	28.40	32.20
<i>Gypse %</i>	Néant	Néant
<i>So4 mg / kg</i>	Néant	Néant

#### ✚ Interprétation

- Ces sols présentent des teneurs en eau faibles et des densités humides moyennes.
- Les résultats des essais à la compression simple ont donné des valeurs de Rc faibles à moyennes.
- Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas agressifs pour les bétons de fondations.

#### 3.5.3 Causes du glissement :

- La présence de couverture quaternaire argileuse sur un substratum imperméable marno-calcaire est un facteur indubitable de genèse de mouvements de sols.
- Pentes très raides.
- Pendage des couches orienté dans le même sens de la pente du terrain.
- Erosion et ravinements du talus abrupt.

#### 3.5.4 Moyens de glissement :

- Construction d'un ouvrage souple de type mur en gabions.
- Drainage des eaux pluviales.
- Protection superficielles.

Les caractéristiques géotechniques à prendre en considération pour la construction d'un mur en gabion :

$Q_{adm} = 2 \text{ à } 3 \text{ bars}$ $\gamma_h = 1.8 \text{ à } 2.2 \text{ t/m}^3$ $20^\circ \leq \phi_{uu} \leq 30^\circ$ $0.8 \leq C_{uu} \leq 1 \text{ bars}$
--

#### 3.6. Description du site au PK : 06+100 :

##### 3.6.1. Situation et description :

Le site est localisé sur un versant de pente élevée dont les travaux de terrassement ont laissé un talus abrupt, qui est délimité par un ravin et surmonté par des constructions.

Le versant est caractérisé par des désordres de type reptation des formations superficielles, fissures de traction et des niches d'arrachements en amont du talus.



**Photo .VI.15 : Localisation du site (PK 06+100).**

Le flanc instable est constitué par une couverture quaternaire constituée par des formations de pente (argiles caillouteuses) reposant sur le substratum marno-calcaire,

### **3.6.2. Essai in-situ :**

Un (01) Sondage carotté de *dix* (10) m de profondeur et un (01) essai pressiométrique de *dix* (10) m de profondeur ont été réalisés au niveau **PK 06+100**.

#### **A. Sondage carotté :**

- 0.00 - 2.00 : Remblais hétérogène.
- 2.00 - 3.20 : Argiles limoneuses à caillouteuses.
- 3.20 - 5.00 : Marnes schisteuses altérées et oxydées.
- 5.00 - 10.00 : Marnes compactes à marno-calcaires.



**Photo.VI.16 : Photode sondage carotté (PK 06+100).**

### ✚ Interprétation :

L'analyse de la coupe de sondage montre que le sous-sol du site est constitué par un faciès de formations de pente à matrice argileuse reposant sur un substratum marneux à marno-calcaire subaffleurant.

#### B. Essai préssiométrique :

Les essais préssiométriques effectués au niveau du site de glissement sur 10m de profondeur, sont réalisés à chaque pas de 2 m.

Les valeurs de pressions limites et modules préssiométriques sont insérés dans le tableau suivant :

**Tableau .VI.9 : Résultats de l'essai préssiométrique(PK 06+100).**

Paramètres	Profondeur				
	2	4	6	8	10
<b>E</b>	173.40	140.70	345.57	2420.19	964.40
<b>PL</b>	6.47	14.55	18.47	83.73	49.54
<b>E/PL</b>	26.80	9.67	18.70	28.90	19.46

### ✚ Interpetation :

Les essais préssiométriques ont enregistré des valeurs des pressions limites faibles sur les deux premiers mètres puis progressent en fonction de la profondeur investiguée.

#### 3.6.3. Essai au laboratoire :

Les prélèvements d'échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- Mesures de teneurs en eau.
- Mesures de densités.
- Limites d'Atterberg.
- Essai à la compression simple.
- Analyse chimique sommaire.

Les résultats des essais sont insérés dans le tableau suivant :

Tableau .VI.10 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 06+100).

<i>Sondage carotté</i>		<b>2.80 - 3.20</b>	<b>5.00 - 5.60</b>
<i>Caractéristiques</i>		<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>		17	10.80
<i>Densité sèche <math>\gamma_d</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>		1.56	1.78
<i>Densité humide <math>\gamma_h</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>		1.82	1.97
<i>Limite d'Atterberg</i>	<i>WL%</i>	39.86	
	<i>WP%</i>	17.84	
	<i>IP</i>	22.02	
<i>Rc (bars)</i>		/	1.40
<i>Cuu (bars)</i>		/	7
<i>Insoluble %</i>		68.70	71.28
<i>Carbonate %</i>		12.30	29.80
<i>Gypse %</i>		Néant	Néant
<i>So4 mg / kg</i>		Néant	Néant

#### **Interprétation**

- Ces sols présentent des teneurs en eau faibles à moyennes et des densités humides moyennes à élevées.
- Les résultats des essais à la compression simple ont donné des valeurs de Rc moyennes.
- Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas agressifs pour les bétons de fondations.

#### **3.6.4. Causes du glissement :**

- La présence de couverture quaternaire argileuse sur un substratum imperméable marno-calcaire.
- Pentes très raides.
- Ruissellements diffus des eaux pluviales.
- Erosions et ravinement des talus abrupts.
- Surcharges des ouvrages de construction.
- Non prise de mesures de prévention des fondations sur les crêtes de talus.
- Présence de thalwegs.

#### **3.6.5. Moyens de confortement :**

- Construction d'un ouvrage rigide de type mur en béton armé ancré sur le substratum marneux.
- Drainage des eaux pluviales
- Protection superficielles (reboisement après une bonne stabilisation d'ensemble).

Les caractéristiques géotechniques à prendre en considération pour la construction d'un mur de soutènement en béton armé sont :

$Q_{adm} = 2.5 \text{ à } 3 \text{ bars}$ $\gamma_h = 1.9 \text{ à } 2.2 \text{ t/m}^3$ $25^\circ \leq \varphi_{uu} \leq 30^\circ$ $0.8 \leq C_{uu} \leq 1 \text{ bars}$
---

### 3.7. Description du site au PK : 07+100 :

#### 3.7.1. Situation et description :

Le site est localisé sur un versant de grande hauteur ont amont du CW 158 délimité par un thalweg à l'Ouest et une dépression à l'Est.

Le versant est caractérisé par un talus de grande hauteur et des désordres de type réptation des formations superficielles, des fissures de traction et par des phénomènes d'érosion et de ravinement.

Le flanc instable est constitué par une couverture quaternaire constituée par des formations de pente (*argiles caillouteuses*) reposant sur le substratum marneux à marno-calcaire, présentant des pentes raides et un pendage orienté dans le même sens de la pente, favorisant le glissement.



Photo .VI.17 : Localisation du site (PK 07+100).

#### 3.7.2. Essais in-situ :

*Un* (01) Sondage carotté de *onze* (11) mètre de profondeur et *Un* (01) essai pressiométrique de *douze* (12) m de profondeur ont été réalisés au niveau PK 07+100.

##### A. Sondage carotté :

0.00 - 0.50 : Remblais.

0.50 - 2.00 : Argiles marneuses gravelo-caillouteuses.

2.00 - 3.80 : Marnes schisteuses altérées et friables.

3.80 - 11.0 : Marnes compactes à marno calcaires à filonnets de calcite.

### ✚ Interprétation :

L'analyse de la coupe de sondage montre que le sous sol du site est constitué par des argiles marneuses gravo-caillouteuses, des marnes schisteuses altérées et friables reposant sur un substratum marneux à marno-calcaire subaffleurant à filonnet de calcite.

### B. Essai pressiométrique :

Les essais préssiométriques effectués au niveau du site de glissement sur 12m de profondeur, sont réalisés à chaque pas de 2 m.

Les valeurs de pressions limites et modules préssiométriques sont insérés dans le tableau suivant :

**Tableau .VI.11 : Résultats de l'essai pressiométrique(PK 07+100).**

Paramètres	Profondeur					
	2	4	6	8	10	12
<b>E</b>	10.79	28.23	843.51	811.09	998.31	839.99
<b>PL</b>	2.57	5.96	83.85	49.48	49.53	49.55
<b>E/PL</b>	4.19	4.73	10.05	16.39	20.15	16.52

### ✚ Interprétation :

Les essais préssiométriques ont enregistré des valeurs des pressions limites faibles sur les premiers mètres puis deviennent importantes.

### 3.7.3. Essais au laboratoire :

Les prélèvements d'échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- Mesures de teneurs en eau.
- Mesures de densités.
- Essai à la compression simple.
- Analyse chimique sommaire.

Les résultats des essais sont insérés dans le tableau suivant :

Tableau .VI.12 : Récapitulatif des résultats des essais de laboratoire(PK 07+100).

<i>Sondage carotté</i>	<b>3.00 - 3.40 (m)</b>	<b>4.00 - 4.80 (m)</b>
<i>Caractéristiques</i>		
<i>Teneurs en eau naturelles Wn%</i>	12	6.00
<i>Densité sèche <math>\gamma_d</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.72	1.78
<i>Densité humide <math>\gamma_h</math> (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.92	1.88
<i>Rc (bars)</i>	4.20	12.40
<i>Cuu (bars)</i>	2.10	6.20
<i>Insoluble %</i>	/	71.20
<i>Carbonate %</i>	/	32.60
<i>Gypse %</i>	/	Néant
<i>So4 mg / kg</i>	/	Néant

#### ✚ Interprétation

- Ces sols présentent des teneurs en eau faibles et des densités humides moyennes.
- Les résultats des essais à la compression simple ont donné des valeurs de Rc moyennes.
- Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas agressifs pour les bétons de fondations.

#### 3.7.4. Causes de glissement :

- La présence de couverture quaternaire argileuse sur un substratum imperméable marno-calcaire.
- pentes très raides.
- Hauteur importante du talus.
- Ruissellement diffus des eaux pluviales sur le talus.
- Erosion et ravinement par les eaux de ruissellement.
- Absence de dispositifs de drainage.

#### 3.7.5. Moyens de confortement :

- Construction d'un ouvrage rigide de type mur de soutènement en béton cyclopéen ancré sur le substratum marneux.
- Drainage des eaux pluviales.
- Protection superficielles (reboisement après une bonne stabilisation d'ensemble).

Les caractéristiques géotechniques à prendre en considération pour la construction d'un mur de soutènement en béton cyclopéen sont :

$Q_{adm} = 2.5 \text{ à } 3 \text{ bars}$ $\gamma_h = 1.8 \text{ à } 2.2 \text{ t/m}^3$ $20^\circ \leq \varphi_{uu} \leq 30^\circ$ $0.8 \leq C_{uu} \leq 1 \text{ bars}$
---



#### 4. Dimensionnement du mur de soutènement en béton armé de hauteur 5.50 mètre au PK 04+300 :

##### 4.1. Le prédimensionnement du mur de soutènement : H=5.50m

###### Le courennement 'C' :

$$C = H/24 \ll \text{Sanglera} \gg$$

A.N :  $C = 5.50/24 = 0.229\text{m}$ .

Quel que soit H :  $C_{\min} = 30\text{cm}$ .

$$C = 30\text{cm}$$

###### L'Epaisseur 'E' :

$$E = H/12$$

A.N :  $E = 5.50/12 = 0.458\text{ m}$ .

$$E = 50\text{cm}$$

###### Largeur de la semelle 'B' :

$$H/2 \leq B \leq 2H/3$$

D'où  $2.75 \leq B \leq 3.66$

A.N :  $B = (2.75 + 3.66)/2 = 3.205\text{m}$ ,

On prend :

$$B = 3.50\text{m}$$

###### La section d'encastrement du voile sur la semelle 'S' :

$$S = H/12$$

A.N :  $S = 5.50/12 = 0.458\text{m}$ .

$$S = 50\text{cm}$$

###### Largeur du patin 'A' :

$$A = B/3$$

A.N :  $A = 3.50/3 = 1.16\text{m}$ .

$$A = 1.16\text{m}$$



### Largeur du talon 'P' :

$$P=B-[S+A]$$

$$\underline{A.N} : P=3.50-[0.5+1.16]$$

$$P=1.84$$

**Tableau .VI.13 : Récapitulatif des résultats de prédimensionnement.**

<b>Patin 'A'</b>	1.16	1.15	1.10	1.20
<b>Talon 'P'</b>	1.84	1.85	1.90	1.80

### L'Ancrage 'D' :

Selon SETRA :

- D=1m ; H ≤ 4m.
- D=1.5m ; H > 4m.
- On a : H=5.50m > 4m.

$$D=1.5m$$

## 4.2. Calcul de stabilité à l'ELU :

La vérification se fait automatiquement par le logiciel **ROBOT** :

### 4.2.1. Paramètres de calcul:

#### MATERIAU:

- **Béton :**
  - ❖ Classe C25/30,  $f_{c28} = 25.00$  (MN/m<sup>2</sup>).
  - ❖ Poids volumique = 2.50 (T/m<sup>3</sup>).
- **Acier**
  - ❖ Classe HA 400,  $f_e = 400.00$  (MN/m<sup>2</sup>).

#### OPTIONS:

- **Calcul suivant la norme:**
  - ❖ Béton: BAEL 91 mod. 99.
  - ❖ Sols: DTU 13.12.
- **Enrobage:**
  - ❖  $c_1 = 30.0$  (mm).
  - ❖  $c_2 = 30.0$  (mm).
- **Agressivité du milieu:**
  - ❖ non agressif

- **Fissuration:**
  - ❖ peu préjudiciable
- **Dimensionnement du mur en fonction de:**
  - ❖ Résistance:  $g = 1.000$ .
  - ❖ Glissement:  $g = 1.500$ .
  - ❖ Renversement:  $g = 1.500$ .
- **Vérification du mur en fonction de :**
  - ❖ Tassement moyen:  $S_{dop} = 0.10$  (m)
  - ❖ Différence de tassements:  $DS_{dop} = 0.05$  (m).
- **Coefficients de réduction pour :**
  - ❖ Cohésion du sol: 100.000 %.
  - ❖ Adhésion semelle-sol: 0.000 %.
  - ❖ Butée du voile: 50.000 %.
  - ❖ Butée de la bêche: 100.000 %.
- **Angle de frottement sol-voile :**
  - ❖ Butée pour les sols incohérents:  $0 \times \varphi$ .
  - ❖ Poussée pour les sols cohérents :  $2/3 \times \varphi$ .
  - ❖ Butée pour les sols cohérents :  $0 \times \varphi$ .
  - ❖ Poussée pour les sols incohérents :  $2/3 \times \varphi$ .

#### 4.2.2. Géométrie:

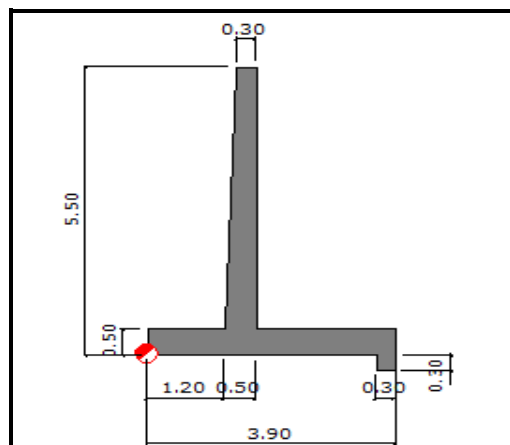


Figure .VI.22: Les dimensions du mur (Robot expert).

#### 4.2.3. Résultats de calculs géotechniques :

##### ✚ POUSSEES :

Poussée et butée des terres :

- ❖ Limite.

Coefficients de poussées et butées limites et équilibres pour les sols:

- ❖ Angle d'inclinaison moyen du talus  $\varepsilon = 10.00$  (Deg).
- ❖ Angle d'inclinaison du voile  $\beta = 0.00$  (Deg).
- ❖ Angle de frottement du sol  $\varphi = 20$  (Deg).

$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$
$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$
$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$
$K_a \leq K_o \leq K_p$

Avec :

- ❖  $K_a$  : coefficient de poussée des terres.
- ❖  $K_p$  : coefficient de butée des terres.
- ❖  $K_o$  : coefficient de poussée des terres au repos.

**Tableau .VI.14 :Résultats du sol en amont(Robot expert).**

N°	Nom du sol	Niveau[m]	Angle de frottement [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Sables et graves lâches	5.50	20.00	0.524	0.658	2.595

Déplacements limites totaux :

- ❖ Butée : 0.120.
- ❖ Poussée : 0.012.

**Tableau .VI.15 :Résultats du sol en aval(Robot expert).**

N°	Nom du sol	Niveau[m]	Angle de frottement [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		0.00		1.001	1.000	1.001

Déplacements limites totaux :

- ❖ Butée : 0.135.
- ❖ Poussée : 0.013.

### DESCRIPTION DES FORES :

Tableau .VI.16 :Description des forces(Robot expert).

N°	Cas	x (m)	y (m)	Px (T/m)	Py (T/m)	Description
1	PM	1.77	0.42	0.00	-10.10	Poids mort du composant béton
2	P'a	0.70	0.37	0.00	0.00	Poussée exercée par le matériau aval
3	P'T	0.70	0.37	0.00	0.00	Poids du prisme côté aval
4	Pa	2.11	1.80	-15.12	-3.58	Poussée exercée par le matériau amont
5	PT	2.81	0.37	0.00	-20.54	Poids du prismestabilisateur

### RESISTANCE :

- **Type de sol sous la semelle:** uniforme
- **Combinaison dimensionnante:**
  - ❖  $1.000*PM + 1.000*P'a + 1.000*Pa + 1.000*P'T + 1.000*PT.$
- **Charge dimensionnante réduite:**
  - ❖  $N = -34.22$  (T/m).
  - ❖  $My = -13.86$  (T\*m).
  - ❖  $Fx = -15.12$  (T/m).
- **Coefficient de sécurité:**
  - ❖  $1.606 > 1.000.$

### TASSEMENT :

- **Type de sol sous la fondation:** uniforme
- **Combinaison dimensionnante:**
  - ❖  $1.000*PM + 1.000*P'a + 1.000*Pa + 1.000*P'T + 1.000*PT.$
- **Charge dimensionnante réduite:**
  - ❖  $N = -34.22$  (T/m).
  - ❖  $My = -13.86$  (T\*m).
  - ❖  $Fx = -15.12$  (T/m).
- **Charge caractéristique unitaire due aux charges totales:**
  - ❖  $q = 0.09$  (MN/m<sup>2</sup>).
- **Epaisseur du sol en tassement active:**
  - ❖  $z = 3.90$  (m).
- **Contrainte au niveau z:**
  - ❖ Additionnelle:  $szd = 0.01$  (MN/m<sup>2</sup>).

❖ Due au poids du sol:  $s_{zg} = 0.08$  (MN/m<sup>2</sup>).

➤ **Tassement:**

❖  $S = 0.03$  (m) <  $S_{dop} = 0.10$  (m)

✚ **RENVERSEMENT**

➤ **Combinaison dimensionnante:**

❖  $1.000*PM + 1.000*P'a + 1.553*Pa + 1.000*P'T + 0.900*PT$ .

➤ **Charge dimensionnante réduite:**

❖  $N = -34.15$  (T/m).

❖  $M_y = -1.48$  (T\*m).

❖  $F_x = -23.48$  (T/m).

➤ **Moment de renversement:**

❖  $M_o = 42.29$  (T\*m).

➤ **Moment empêchant le renversement de la fondation:**

❖  $M_{uf} = 81.55$  (T\*m).

➤ **Coefficient de sécurité:**

❖  $1.928 > 1.500$ .

✚ **GLISSEMENT:**

➤ **Combinaison dimensionnante:**

❖  $1.000*PM + 1.000*P'a + 1.000*Pa + 1.000*P'T + 1.000*PT$ .

➤ **Charge dimensionnante réduite:**

❖  $N = -34.22$  (T/m).

❖  $M_y = -13.86$  (T\*m).

❖  $F_x = -15.12$  (T/m).

➤ **Dimensions équivalentes de la semelle:**

❖  $A = 3.90$  (m).

➤ **Coefficient de frottement:**

❖ Du sol (position du sol):  $f = 0.000$ .

➤ **Coefficient de réduction de la cohésion du sol = 100.000 %**

➤ **Cohésion:**

❖  $C = 6.00$  (T/m<sup>2</sup>).

➤ **Valeur de la force de glissement:**

❖  $Q_{tr} = 15.12$  (T/m).

➤ **Valeur de la force empêchant le glissement du mur:**

- ❖  $Q_{tf} = N * f + C * A$
- ❖ Au niveau du sol:
- ❖  $Q_{tf} = 23.40$  (T/m).

➤ **Coefficient de sécurité:**

- ❖  $1.354 < 1.500$  Non vérifier.
- ❖ Après introduction d'une bèche de  $30*30 \text{ cm}^2$  le coefficient de sécurité est égale à  $1.547 > 1.500$

 **ANGLES DE ROTATION:**

➤ **Type de sol sous la fondation:** uniforme

➤ **Combinaison dimensionnante:**

- ❖  $1.000*PM + 1.000*P'a + 1.000*Pa + 1.000*P'T + 1.000*PT$ .

➤ **Charge dimensionnante réduite:**

- ❖  $N = -34.22$  (T/m).
- ❖  $M_y = -13.86$  (T\*m).
- ❖  $F_x = -15.12$  (T/m).

➤ **Contraintes unitaires maximales caractéristiques dues aux charges totales:**

- ❖  $q_{max} = 0.13$  (MN/m<sup>2</sup>).

➤ **Contraintes unitaires minimales caractéristiques dues aux charges totales:**

- ❖  $q_{min} = 0.04$  (MN/m<sup>2</sup>).

➤ **Angle de rotation:**

- ❖  $ro = 0.42$  (Deg).

➤ **Coordonnées du point de rotation du voile:**

- ❖  $X = 5.96$  (m).
- ❖  $Z = 0.00$  (m).

➤ **Coefficient de sécurité:**

- ❖  $1.747 > 1.500$ .

#### 4.2.4. Résultats de calcul en béton armé:

 **Moments:**

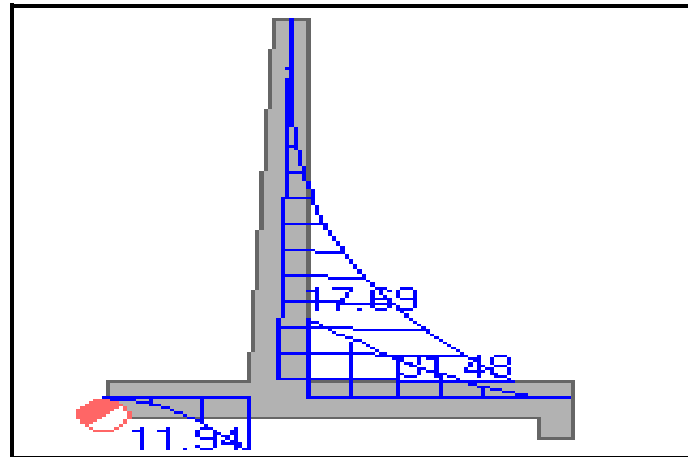


Figure .III.23: Présentation des moments(Robot expert).

Tableau .VI.17: Récapitulatif des résultats des moments(Robot expert).

Elément	Moments	Valeur/ T*m]	Position/ m]	Combinaison
Voile	maximum	31.48	0.50	1.350*PM + 1.350*P'a + 1.553*Pa + 1.350*P'T + 1.485*PT
Voile	minimum	-0.00	5.50	1.000*PM + 1.000*P'a + 1.000*Pa + 1.000*P'T + 1.000*PT
Semelle	maximum	12.11	1.20	1.350*PM + 1.000*P'a + 1.553*Pa + 1.000*P'T + 0.900*PT
Semelle	minimum	-18.48	1.70	1.000*PM + 1.000*P'a + 1.553*Pa + 1.000*P'T + 0.900*PT

**Ferrailage :**

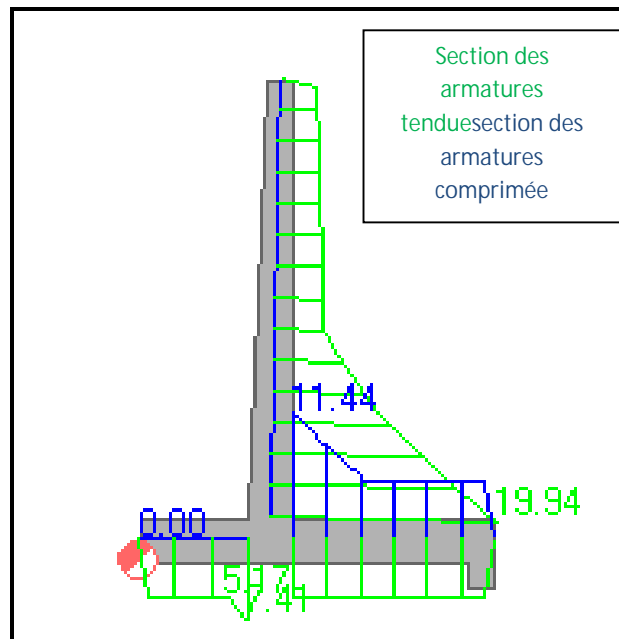


Figure .VI.24: Présentation de ferrailage(Robot expert).

Tableau .VI.18 : Récapitulatif des résultats de ferrailage (Robot expert).

Position	Section d'acier théorique [cm <sup>2</sup> /m]	Barres	/	Espacement [m]	Surface réelle [cm <sup>2</sup> /m]
voile f droite	19.94	16.0	tous les	0.15	20.11
voile f droite (h/3)	6.59	12.0	tous les	0.15	6.65
voile f droite (h/2)	4.20	12.0	tous les	0.15	4.35
semelle gauche (-)	7.41	10.0	tous les	0.15	7.85
semelle droite (+)	11.44	16.0	tous les	0.15	12.57
semelle droite (-)	5.17	0.0	tous les	0.00	0.00
semelle gauche (+)	0.00	16.0	tous les	0.15	12.57

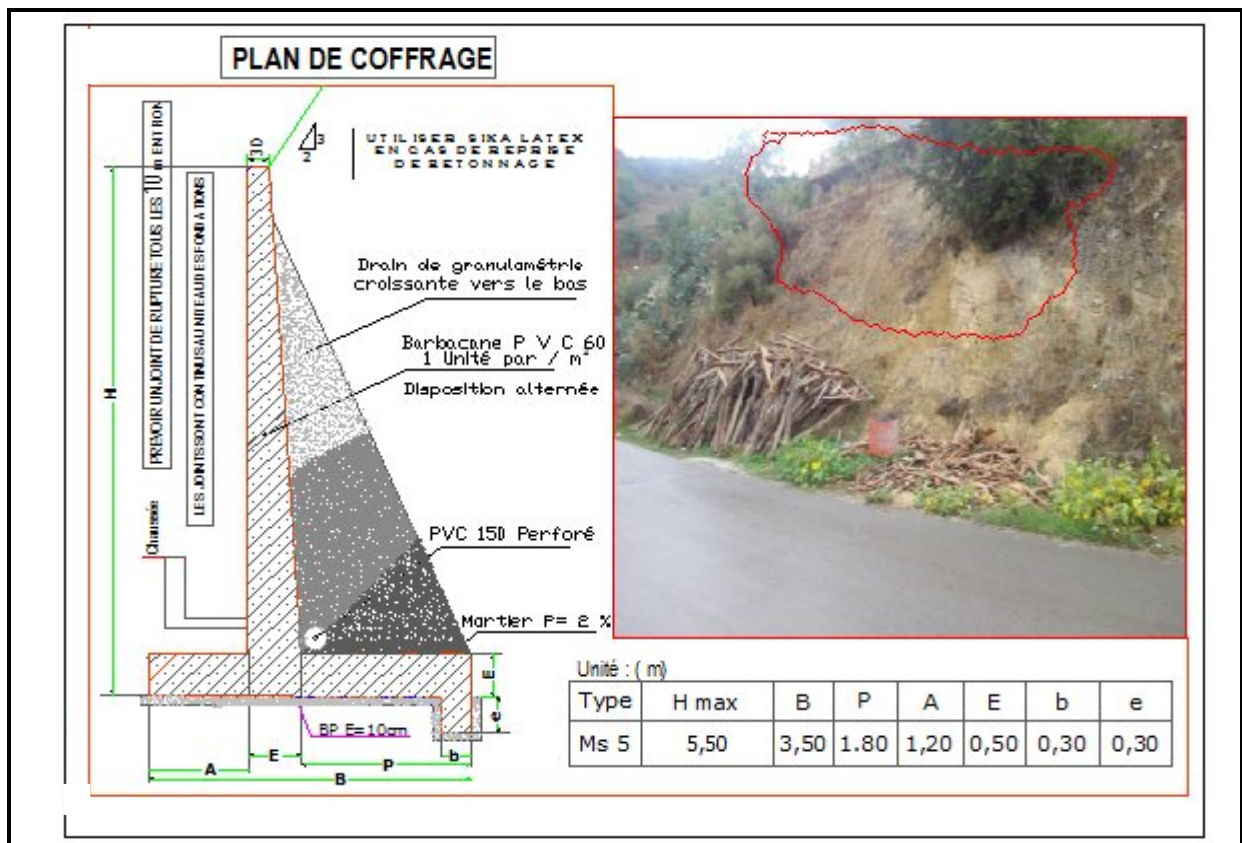


Figure .VI.25: Plan de coffrage (Robot expert).



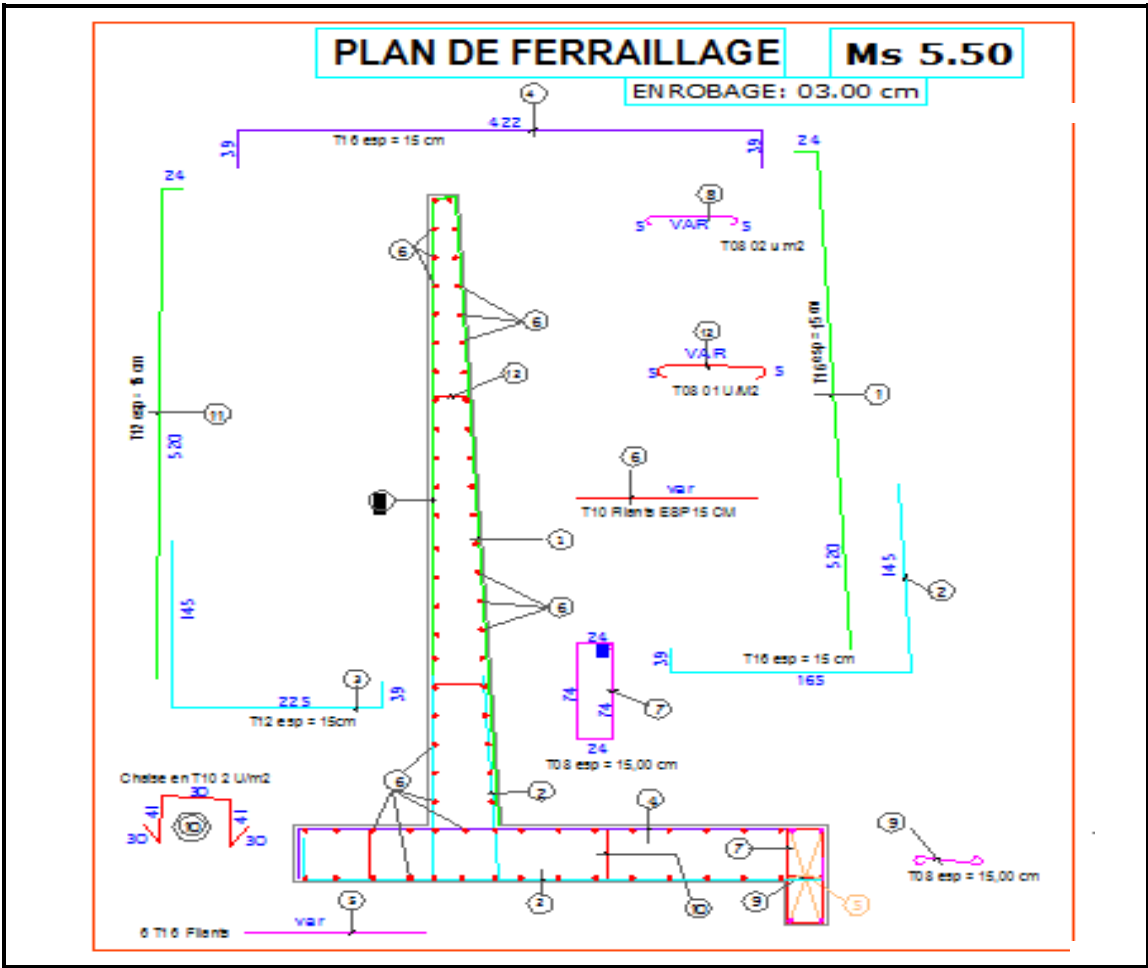


Figure .VI.26: Plan de ferrailage(Robot expert).

# Devis quantitatif et estimatif

**1. Introduction :**

Notre étude ne va pas se limiter juste aux résultats techniques obtenus, mais va être élargie en faisant appel à l'étude économique.

L'étude économique est une étape très essentielle dans l'étude d'un projet, car elle permet d'évaluer le cout et le budget nécessaires à la réalisation.

Tableau .VII.1 : Devis quantitatif et estimatif.

<b>MODERNISATION DU CW158 SUR 04 KMS</b>					
<b>CW158 : DU PK 03+500 au PK 07+500</b>					
<b>DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</b>					
N°	Désignation des travaux	Unités	Quantités	Prix unitaires	Montant
<b>1- <u>Installation de chantier</u></b>					
1	Installation de chantier	F	1	1 000 000,00	1 000 000,00
<b>2- <u>Terrassement</u></b>					
2-1	Déblais en terrain meuble	M3	94 676,0	300,00	28 402 800,00
2-2	Déblais en terrain Semi rocheux	M3	47 338,0	2 000,00	94 676 000,00
2-3	Remblais	M3	40 026,0	1 200,00	48 031 200,00
<b>3- <u>Chaussée</u></b>					
3-1	Couche de roulement :B,B e=0,06 y compris couche d'accrochage en emulsion	T	3 864,0	5 000,00	19 320 000,00
3-2	Couche de base en G,B e=0,12y compris couche d'accrochage en emulsion	T	7 410,0	4 800,00	35 568 000,00
3-3	Couche de fondation: G,N,T e=0,25	M3	13 500,0	1 700,00	22 950 000,00
	Couche de TVO pour accotements	M3	3 460,00	750,00	2 595 000,00
	Imprégnation au cut-back0/1	M2	30 000,00	50,00	
4	<b>4- <u>Assainissement</u></b>		F(5%) (T1)		3 891 900,00
5	<b>5- <u>Signalisation</u></b>		F(5%) (T1)		3891900
<b>6- <u>Soutènement</u></b>					
6-1	Béton de propreté	M3	10,0	7 000,00	70 000,00
6-3	Béton armé C350 /RN27	M3	100,0	24 000,00	2 400 000,00
6-4	F/P de tuyaux en PVC perforé diamètre 150	ML	30	1 200,00	36 000,00
6-5	F/P de barbacanes	ML	35	1 900,00	66 500,00
6-6	F/P de drain	M3	115	2 100,00	241 500,00
6-7	Badigeonnage des parements	M2	150	600,00	90 000,00
7	<b>7- <u>Contraintes</u></b>				
7-1	Constructions	M2	75	15 000,00	1 125 000,00
				<b>TOTAL (H.T)</b>	<b>264 355 800,00</b>
				<b>T.V.A 17</b>	<b>44940486</b>
				<b>TOTAL(T.T.C)</b>	<b>309 296 286,00</b>

2. Le montant total de projet :

Trois cent neuf millions Deux cent quatre-vingt-seize mille et Deux cent quatre-vingt-six dinars.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale :

Ce travail de fin d'études a fait l'objet d'une étude de modernisation du chemin de wilaya CW 158 reliant la ville d'*Amizour* à *Barbachad* dans la wilaya de Bejaia.

En plus du traitement de la modernisation de la route proprement dite, un intérêt particulier a été donné à des cas de pathologies prélevés, lors de la campagne d'inspection géotechnique, sur des points précis, et présentant une nécessité de les régler par des solutions efficaces de soutènement.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tous les normes et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement.

Toute modification ou amélioration d'une infrastructure de transport dans une région répond à certains objectifs comme :

- Améliorer la sécurité et assurer la fluidité de circulation
- Contribuer à l'aménagement du territoire et au développement économique.
- Réduire les nuisances.

La reconstitution de la situation actuelle des échanges de trafic dans la zone d'influence de la route et les spécificités socio-économiques de la zone desservie nous permet de juger que l'aménagement et la modernisation du CW 158 (PK 03+500 au PK07+500) va apporter à la région des possibilités de développement considérables à la matière économique, touristique et permet, en plus, de faire face à plusieurs problèmes liés à l'environnement.

Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet de géotechnique en générale et un projet de géotechnique routière en particulier.

Encore une fois, ce travail nous a poussés à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels *AUTOCAD*, *COVADIS* et *ROBOT* Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, cet outil nous permet de bien exploiter l'espace qui nous est réservé et d'éviter les contraintes existantes tout en déterminant un meilleur tracé.

Finalement, grâce à ce projet, on s'immerge dans le milieu professionnel par acquisition de plusieurs connaissances dans notre vaste domaine.

## BIBLIOGRAPHIE

J. Costet, G. Sanglerat (1983)- *Cours pratique de mécanique des sols 2 -"calcul des ouvrages"- "troisième édition Dunod "*.

DJAFRI.N, TOUMI.Z ?Mémoire d'ingénieur-- : Etude d'Un Méga Glissement à Ain el Hamame wilaya de Tizi Ouzou promotion 2010.

M. Ventura ESCARIO, Luc-Amaury GEORGE, Richard S. CHENEY, Kazuya YAMAMURA et Al --GLISSEMENTS DE TERRAIN— « *Techniques d'évaluation du risque* » Comité technique AIPCR des Terrassements, Drainage, Couche de Forme (C12)1997

LADGHEM CHIKOUCHE Fadila (2009)- Mémoire de magistère-« *Prévention du risquemouvement de terrain par l'utilisation des paramètres géotechniques* ».

BENTAIBA.F, HENDI.F.Z --Mémoire d'ingénieur—« *Etude de la stabilité au glissement d'un terrain devant recevoir le projet de 47 logements à Chéraga-Alger*» Université Saad Dahleb Blida (2009/2010).

Ouvrages de protection contre les risques naturels et ouvrages en sites instables : Utilisation de matériaux grossiers : Renforcement par géosynthétiques -ouvrages de référence.

G.Philipponnat. (1998). *Fondation et ouvrage en terre*. Eyrolles.

DURVILLE, J. L., & GILLE, S. (2008). Stabilité des pentes ,glissement en terrains meubles. *Technique de l'ingénieur, traité de construction ..*

Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

B40 « *Normes techniques d'aménagement des routes* »

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/fr/>

# **Annexe**



# Annexe a

## Axe En Plan : 1<sup>er</sup> tronçon : PK 00+000 au PK 01+376.

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 31.1587 g	16.633	0.000	672312.323	4057028.370	
Clothoïde 1	Paramètre -31.000	24.025	16.633	672320.142	4057043.050	
Arc 1	Rayon -40.000 m Centre X 672361.606 m Centre Y 4057034.533 m	15.530	40.658	672333.445	4057062.941	
Clothoïde 2	Paramètre 31.000	24.025	56.189	672346.295	4057071.487	
Droite 2	Gisement 94.1132 g	26.628	80.214	672369.782	4057076.065	
Clothoïde 3	Paramètre -32.000	24.381	106.842	672396.296	4057078.524	
Arc 2	Rayon -42.000 m Centre X 672412.333 m Centre Y 4057037.240 m	33.164	131.223	672420.586	4057078.422	
Clothoïde 4	Paramètre 32.000	24.381	164.386	672447.386	4057060.377	
Droite 3	Gisement 181.3369 g	81.189	188.767	672456.617	4057037.910	
Arc 3	Rayon 40.000 m Centre X 672518.372 m Centre Y 4056971.744 m	3.667	269.956	672480.079	4056960.185	
Clothoïde 5	Paramètre -20.241	10.242	273.623	672481.298	4056956.728	
Clothoïde 6	Paramètre -20.241	10.242	283.865	672485.935	4056947.604	
Arc 4	Rayon -40.000 m Centre X 672453.497 m Centre Y 4056923.463 m	10.254	294.107	672490.572	4056938.480	
Droite 4	Gisement 191.8200 g	26.607	304.361	672493.168	4056928.589	
Clothoïde 7	Paramètre 30.000	20.000	330.968	672496.577	4056902.201	
Arc 5	Rayon 45.000 m Centre X 672542.852 m Centre Y 4056898.114 m	14.743	350.968	672500.591	4056882.653	
Clothoïde 8	Paramètre -30.000	20.000	365.711	672507.814	4056869.876	
Droite 5	Gisement 142.6681 g	36.173	385.711	672522.494	4056856.357	
Clothoïde 9	Paramètre -33.000	10.890	421.885	672550.842	4056833.887	
Arc 6	Rayon -100.000 m Centre X 672492.962 m Centre Y 4056752.099 m	4.911	432.775	672559.251	4056826.970	
Clothoïde 10	Paramètre 33.000	10.890	437.686	672562.847	4056823.625	
Droite 6	Gisement 152.7273 g	63.965	448.576	672570.354	4056815.738	
Clothoïde 11	Paramètre -47.000	27.613	512.540	672613.605	4056768.613	
Arc 7	Rayon -80.000 m Centre X 672563.699 m Centre Y 4056704.089 m	7.046	540.153	672631.052	4056747.258	
Clothoïde 12	Paramètre 47.000	27.613	547.199	672634.588	4056741.167	
Droite 7	Gisement 180.3074 g	66.312	574.811	672644.479	4056715.426	
Clothoïde 13	Paramètre -45.000	28.929	641.123	672664.666	4056652.261	
Arc 8	Rayon -70.000 m Centre X 672601.911 m Centre Y 4056617.042 m	27.321	670.052	672671.543	4056624.218	
Clothoïde 14	Paramètre 45.000	28.929	697.373	672669.036	4056597.186	
Droite 8	Gisement 231.4639 g	13.959	726.302	672657.121	4056570.885	
Clothoïde 15	Paramètre 28.000	19.600	740.260	672650.500	4056558.597	
Arc 9	Rayon 40.000 m Centre X 672681.425 m Centre Y 4056530.823 m	38.880	759.860	672642.661	4056540.690	
Clothoïde 16	Paramètre -28.000	19.600	798.740	672651.426	4056504.365	
Droite 9	Gisement 138.3899 g	7.546	818.340	672666.568	4056492.003	
Clothoïde 17	Paramètre 33.000	13.613	825.886	672672.783	4056487.723	
Arc 10	Rayon 80.000 m Centre X 672723.813 m Centre Y 4056549.833 m	24.489	839.498	672684.205	4056480.326	

Els Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Clothoïde 18	Paramètre -33.000	13.613	863.987	672706.993	4056471.622
Droite 10	Gisement 108.0698 g	11.594	877.600	672720.437	4056469.519
Clothoïde 19	Paramètre 27.000	12.150	889.193	672731.938	4056468.054
Arc 11	Rayon 60.000 m Centre X 672745.561 m Centre Y 4056526.906 m	13.636	901.343	672744.030	4056466.926
Clothoïde 20	Paramètre -27.000	12.150	914.979	672757.584	4056468.123
Droite 11	Gisement 80.7102 g	6.986	927.129	672769.291	4056471.354
Clothoïde 21	Paramètre -25.000	31.250	934.115	672775.958	4056473.438
Arc 12	Rayon -20.000 m Centre X 672797.135 m Centre Y 4056457.018 m	15.420	965.365	672806.339	4056474.774
Clothoïde 22	Paramètre 25.000	31.250	980.786	672816.110	4056463.339
Droite 12	Gisement 229.2667 g	93.483	1012.036	672810.048	4056433.539
Clothoïde 23	Paramètre 35.000	12.250	1105.518	672768.570	4056349.762
Arc 13	Rayon 100.000 m Centre X 672855.527 m Centre Y 4056299.876 m	6.691	1117.768	672763.361	4056338.677
Clothoïde 24	Paramètre -35.000	12.250	1124.459	672760.973	4056332.428
Droite 13	Gisement 217.2086 g	59.431	1136.709	672757.462	4056320.694
Arc 14	Rayon 25.000 m Centre X 672765.685 m Centre Y 4056256.745 m	28.424	1196.140	672741.592	4056263.420
Clothoïde 25	Paramètre -21.112	17.829	1224.565	672749.500	4056237.690
Clothoïde 26	Paramètre -21.112	17.829	1242.394	672765.336	4056229.720
Arc 15	Rayon -25.000 m Centre X 672764.987 m Centre Y 4056202.696 m	40.335	1260.222	672781.172	4056221.750
Droite 14	Gisement 247.5391 g	33.257	1300.557	672783.335	4056185.714
Clothoïde 27	Paramètre 35.000	17.500	1333.814	672760.745	4056161.307
Arc 16	Rayon 70.000 m Centre X 672806.312 m Centre Y 4056107.217 m	8.070	1351.314	672749.411	4056147.989
Clothoïde 28	Paramètre -35.000	17.500	1359.384	672745.099	4056141.174
			1376.884	672737.919	4056125.228
Longueur totale de l'axe 1376.884 mètre(s)					

## 2<sup>eme</sup> tronçon : PK 01+376 au PK 02+624.

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 224.2847 g	12.083	1376.884	672737.919	4056125.228	
Clothoïde 1	Paramètre 30.000	22.500	1388.967	672733.420	4056114.013	
Arc 1	Rayon 40.000 m Centre X 672766.856 m Centre Y 4056088.512 m	35.842	1411.467	672727.057	4056092.514	
Clothoïde 2	Paramètre -30.000	22.500	1447.309	672738.869	4056059.934	
Droite 2	Gisement 131.4303 g	170.247	1469.809	672757.531	4056047.509	
Clothoïde 3	Paramètre 50.000	45.455	1640.057	672907.448	4055966.830	
Arc 2	Rayon 55.000 m Centre X 672954.149 m Centre Y 4056005.922 m	52.346	1685.511	672949.728	4055951.100	
Clothoïde 4	Paramètre -50.000	45.455	1737.857	672996.232	4055970.510	
Droite 3	Gisement 18.2275 g	25.586	1783.311	673014.785	4056011.628	
Clothoïde 5	Paramètre -35.000	20.417	1808.898	673022.011	4056036.173	
Arc 3	Rayon -60.000 m Centre X 673082.726 m Centre Y 4056028.929 m	35.402	1829.314	673028.869	4056055.375	
Clothoïde 6	Paramètre 35.000	20.417	1864.716	673052.689	4056080.869	
Droite 4	Gisement 77.4526 g	10.042	1885.133	673071.383	4056089.013	
Clothoïde 7	Paramètre -27.000	20.829	1895.175	673080.802	4056092.496	
Arc 4	Rayon -35.000 m Centre X 673102.858 m Centre Y 4056062.787 m	47.418	1916.003	673100.877	4056097.731	
Clothoïde 8	Paramètre 27.000	20.829	1963.422	673136.565	4056072.211	
Droite 5	Gisement 201.5879 g	20.509	1984.250	673138.103	4056051.521	
Clothoïde 9	Paramètre -35.000	17.500	2004.760	673137.591	4056031.018	
Arc 5	Rayon -70.000 m Centre X 673067.213 m Centre Y 4056024.025 m	28.295	2022.260	673136.427	4056013.569	
Clothoïde 10	Paramètre 35.000	17.500	2050.555	673126.737	4055987.190	
Droite 6	Gisement 243.2364 g	28.385	2068.055	673116.328	4055973.137	
Clothoïde 11	Paramètre 37.000	34.225	2096.440	673098.499	4055951.050	
Arc 6	Rayon 40.000 m Centre X 673119.883 m Centre Y 4055911.929 m	18.707	2130.665	673081.139	4055921.877	
Clothoïde 12	Paramètre -37.000	34.225	2149.371	673080.815	4055903.343	
Droite 7	Gisement 158.9932 g	7.787	2183.596	673097.142	4055873.580	
Clothoïde 13	Paramètre -37.000	22.817	2191.383	673101.818	4055867.354	
Arc 7	Rayon -60.000 m Centre X 673060.395 m Centre Y 4055821.995 m	17.317	2214.200	673114.317	4055848.309	
Clothoïde 14	Paramètre 37.000	22.817	2231.517	673119.576	4055831.872	
Droite 8	Gisement 201.5767 g	39.473	2254.334	673120.455	4055809.109	
Clothoïde 15	Paramètre 40.000	43.243	2293.807	673119.478	4055769.648	
Arc 8	Rayon 37.000 m Centre X 673158.017 m Centre Y 4055747.309 m	28.668	2337.050	673126.660	4055727.667	
Clothoïde 16	Paramètre -40.000	43.243	2365.718	673149.351	4055711.338	
Droite 9	Gisement 77.8470 g	23.125	2408.962	673191.439	4055717.861	
Clothoïde 17	Paramètre -37.000	22.817	2432.086	673213.178	4055725.746	
Arc 9	Rayon -60.000 m Centre X 673244.473 m Centre Y 4055672.888 m	9.673	2454.903	673235.042	4055732.143	
Clothoïde 18	Paramètre 37.000	22.817	2464.577	673244.676	4055732.888	
Droite 10	Gisement 112.3201 g	36.549	2487.393	673267.263	4055729.931	
Clothoïde 19	Paramètre 32.000	20.480	2523.943	673303.130	4055722.902	

Els Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Arc 10	Rayon 50.000 m Centre X 673322.848 m Centre Y 4055770.345 m	13.042	2544.423	673323.412	4055720.348
Clothoïde 20	Paramètre -32.000	20.480	2557.465	673336.287	4055722.184
Droite 11	Gisement 69.6386 g	10.473	2577.945	673355.045	4055730.308
Clothoïde 21	Paramètre -32.000	20.480	2588.417	673364.349	4055735.115
Arc 11	Rayon -50.000 m Centre X 673396.546 m Centre Y 4055695.079 m	15.422	2608.897	673383.108	4055743.239
Clothoïde 22	Paramètre 32.000	20.480	2624.320	673398.362	4055745.046
Droite 12	Gisement 115.3509 g	22.645	2644.800	673418.500	4055741.529
Clothoïde 23	Paramètre 33.000	36.300	2667.444	673440.489	4055736.121
Arc 12	Rayon 30.000 m Centre X 673465.496 m Centre Y 4055762.726 m	12.662	2703.744	673476.173	4055734.690
Clothoïde 24	Paramètre -33.000	36.300	2716.406	673486.721	4055741.524
Clothoïde 25	Paramètre -29.000	28.033	2752.706	673500.088	4055775.173
Arc 13	Rayon -30.000 m Centre X 673533.159 m Centre Y 4055783.303 m	28.566	2780.739	673509.224	4055801.389
Clothoïde 26	Paramètre 29.000	28.033	2809.305	673534.014	4055813.291
Droite 13	Gisement 131.5583 g	90.436	2837.339	673560.184	4055804.026
Clothoïde 27	Paramètre 29.000	10.512	2927.774	673639.734	4055761.009
Arc 14	Rayon 80.000 m Centre X 673682.437 m Centre Y 4055828.930 m	18.967	2938.287	673649.087	4055756.213
Clothoïde 28	Paramètre -29.000	10.512	2957.254	673667.099	4055750.414
Droite 14	Gisement 108.0993 g	44.571	2967.766	673677.492	4055748.852
Clothoïde 29	Paramètre 29.000	10.512	3012.337	673721.703	4055743.197
Arc 15	Rayon 80.000 m Centre X 673737.074 m Centre Y 4055821.941 m	30.887	3022.850	673732.156	4055742.092
Clothoïde 30	Paramètre -29.000	10.512	3053.737	673762.586	4055746.118
Droite 15	Gisement 75.1544 g	41.769	3064.250	673772.392	4055749.903
Clothoïde 31	Paramètre -25.000	20.833	3106.019	673811.020	4055765.793
Arc 16	Rayon -30.000 m Centre X 673832.256 m Centre Y 4055741.441 m	27.534	3126.852	673830.965	4055771.413
Clothoïde 32	Paramètre 25.000	20.833	3154.386	673855.278	4055760.677
Droite 16	Gisement 177.7934 g	10.684	3175.220	673864.560	4055742.150
Arc 17	Rayon 50.000 m Centre X 673915.200 m Centre Y 4055749.199 m	15.270	3185.903	673868.211	4055732.110
Droite 17	Gisement 158.3514 g	38.420	3201.173	673875.524	4055718.772
Clothoïde 33	Paramètre -26.000	11.267	3239.593	673898.904	4055688.285
Arc 18	Rayon -60.000 m Centre X 673854.649 m Centre Y 4055647.251 m	0.712	3250.859	673905.474	4055679.138
Clothoïde 34	Paramètre 26.000	11.267	3251.571	673905.849	4055678.533
Droite 18	Gisement 171.0609 g	9.542	3262.838	673911.108	4055668.574
Clothoïde 35	Paramètre 24.000	21.333	3272.379	673915.297	4055660.002
Arc 19	Rayon 27.000 m Centre X 673944.842 m Centre Y 4055662.630 m	19.804	3293.713	673927.015	4055642.352
Clothoïde 36	Paramètre -25.216	23.550	3313.517	673945.175	4055635.632
Clothoïde 37	Paramètre -25.216	23.550	3337.067	673967.461	4055642.606

Els Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Arc 20	Rayon -27.000 m Centre X 673990.080 m Centre Y 4055622.583 m	7.418	3360.617	673989.747	4055649.581
Clothoïde 38	Paramètre 28.486	30.053	3368.035	673997.084	4055648.658
Clothoïde 39	Paramètre 28.486	20.286	3398.088	674020.966	4055631.101
Arc 21	Rayon 40.000 m Centre X 674057.408 m Centre Y 4055651.320 m	17.685	3418.374	674035.979	4055617.545
Clothoïde 40	Paramètre -30.000	22.500	3436.059	674052.490	4055611.624
Droite 19	Gisement 89.9418 g	29.832	3458.559	674074.865	4055613.064
Clothoïde 41	Paramètre -60.000	32.727	3488.391	674104.325	4055617.758
Arc 22	Rayon -110.000 m Centre X 674137.844 m Centre Y 4055511.301 m	29.168	3521.118	674136.829	4055621.296
Clothoïde 42	Paramètre 60.000	32.727	3550.286	674165.690	4055617.718
Droite 20	Gisement 125.7634 g	43.480	3583.013	674196.345	4055606.350
Clothoïde 43	Paramètre -30.402	13.204	3626.493	674236.313	4055589.230
Clothoïde 44	Paramètre 30.402	13.204	3639.697	674248.276	4055583.655
Droite 21	Gisement 137.7721 g	36.079	3652.902	674259.446	4055576.622
Clothoïde 45	Paramètre 60.000	32.727	3688.981	674289.359	4055556.450
Arc 23	Rayon 110.000 m Centre X 674364.646 m Centre Y 4055638.843 m	23.990	3721.708	674317.339	4055539.535
Clothoïde 46	Paramètre -60.000	32.727	3745.698	674339.946	4055531.652
Droite 22	Gisement 104.9473 g	31.307	3778.425	674372.377	4055527.501
Clothoïde 47	Paramètre -23.921	11.445	3809.732	674403.589	4055525.071
Clothoïde 48	Paramètre 23.921	11.445	3821.176	674414.950	4055523.749
Droite 23	Gisement 119.5191 g	22.173	3832.621	674425.978	4055520.715
Clothoïde 49	Paramètre 60.000	32.727	3854.794	674447.117	4055514.023
Arc 24	Rayon 110.000 m Centre X 674496.029 m Centre Y 4055614.344 m	22.084	3887.521	674478.738	4055505.711
Clothoïde 50	Paramètre -60.000	32.727	3909.605	674500.748	4055504.445
Droite 24	Gisement 87.7976 g	70.569	3942.332	674533.114	4055509.075
			4012.901	674602.391	4055522.519
Longueur totale de l'axe 2636.017 mètre(s)					

**Profil En Long Projet :**  
**1<sup>er</sup> tronçon : PK 00+000 au PK 01+376.**

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 6.82 %	230.295	0.000	226.636
Parabole 1	Pente 6.82 %	74.596	230.295	242.332
	Rayon 4000.000 m			
	Sommet Absc. -42.331 m			
	Sommet Alt. 233.041 m			
	Pente 8.68 %			
Pente 2	Pente 8.68 %	94.506	304.891	248.112
Parabole 2	Pente 8.68 %	120.703	399.397	256.315
	Rayon -3000.000 m			
	Sommet Absc. 659.813 m			
	Sommet Alt. 267.618 m			
	Pente 4.66 %			
Pente 3	Pente 4.66 %	418.974	520.100	264.365
Parabole 3	Pente 4.66 %	57.664	939.074	283.877
	Rayon 4000.000 m			
	Sommet Absc. 752.790 m			
	Sommet Alt. 279.539 m			
	Pente 6.10 %			
Pente 4	Pente 6.10 %	380.146	996.738	286.978
			1376.884	310.176
Longueur totale de l'axe 1376.884 mètre(s)				

## Profils En Travers

### 1<sup>er</sup> tronçon : PK 00+000 au PK 01+376.

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	0.000	Droite 1	Aucun	226.636	Aucun	131.159	672312.323	4057028.370	0.00	0.00
P.2	20.000	Clothoïde 1	Aucun	227.245	Aucun	131.534	672321.731	4057046.019	0.00	0.00
P.3	40.000	Clothoïde 1	Aucun	227.117	Aucun	149.244	672332.981	4057062.473	0.00	0.00
P.4	60.000	Clothoïde 2	Aucun	228.687	Aucun	180.580	672349.877	4057072.785	0.00	0.00
P.5	80.000	Clothoïde 2	Aucun	228.249	Aucun	194.112	672369.569	4057076.045	0.00	0.00
P.6	100.000	Droite 2	Aucun	229.567	Aucun	194.113	672389.484	4057077.892	0.00	0.00
P.7	120.000	Clothoïde 3	Aucun	231.552	Aucun	199.495	672409.423	4057079.369	0.00	0.00
P.8	140.000	Arc 2	Aucun	233.751	Aucun	225.895	672428.950	4057075.814	0.00	0.00
P.9	160.000	Arc 2	Aucun	235.633	Aucun	256.211	672444.783	4057063.905	0.00	0.00
P.10	180.000	Clothoïde 4	Aucun	238.303	Aucun	278.948	672453.979	4057046.270	0.00	0.00
P.11	200.000	Droite 3	Aucun	239.239	Aucun	281.337	672459.863	4057027.156	0.00	0.00
P.12	220.000	Droite 3	Aucun	241.565	Aucun	281.337	672465.643	4057008.009	0.00	0.00
P.13	240.000	Droite 3	Aucun	242.644	Aucun	281.337	672471.422	4056988.863	0.00	0.00
P.14	260.000	Droite 3	Aucun	244.215	Aucun	281.337	672477.202	4056969.716	0.00	0.00
P.15	280.000	Clothoïde 5	Aucun	247.933	Aucun	268.511	672484.059	4056950.983	0.00	0.00
P.16	300.000	Arc 4	Aucun	248.915	Aucun	284.879	672492.374	4056932.875	0.00	0.00
P.17	320.000	Droite 4	Aucun	250.560	Aucun	291.820	672495.172	4056913.079	0.00	0.00
P.18	340.000	Clothoïde 7	Aucun	252.485	Aucun	288.935	672497.869	4056893.263	0.00	0.00
P.19	360.000	Arc 5	Aucun	254.187	Aucun	264.895	672504.522	4056874.538	0.00	0.00
P.20	380.000	Clothoïde 8	Aucun	255.808	Aucun	243.822	672518.039	4056859.932	0.00	0.00
P.21	400.000	Droite 5	Aucun	257.352	Aucun	242.668	672533.691	4056847.481	0.00	0.00
P.22	420.000	Droite 5	Aucun	258.987	Aucun	242.668	672549.365	4056835.058	0.00	0.00
P.23	440.000	Clothoïde 10	Aucun	260.380	Aucun	250.578	672564.484	4056821.990	0.00	0.00
P.24	460.000	Droite 6	Aucun	261.571	Aucun	252.727	672578.078	4056807.322	0.00	0.00
P.25	480.000	Droite 6	Aucun	262.660	Aucun	252.727	672591.602	4056792.587	0.00	0.00
P.26	500.000	Droite 6	Aucun	264.041	Aucun	252.727	672605.125	4056777.852	0.00	0.00
P.27	520.000	Clothoïde 11	Aucun	265.273	Aucun	253.529	672618.626	4056763.096	0.00	0.00
P.28	540.000	Clothoïde 11	Aucun	266.350	Aucun	263.593	672630.970	4056747.387	0.00	0.00
P.29	560.000	Clothoïde 12	Aucun	266.980	Aucun	277.146	672639.738	4056729.456	0.00	0.00
P.30	580.000	Droite 7	Aucun	267.487	Aucun	280.307	672646.059	4056710.483	0.00	0.00
P.31	600.000	Droite 7	Aucun	268.077	Aucun	280.307	672652.147	4056691.432	0.00	0.00
P.32	620.000	Droite 7	Aucun	268.860	Aucun	280.307	672658.235	4056672.382	0.00	0.00
P.33	640.000	Droite 7	Aucun	269.800	Aucun	280.307	672664.324	4056653.331	0.00	0.00
P.34	660.000	Clothoïde 13	Aucun	270.553	Aucun	285.908	672669.881	4056634.126	0.00	0.00
P.35	680.000	Arc 8	Aucun	271.718	Aucun	302.509	672671.857	4056614.283	0.00	0.00
P.36	700.000	Clothoïde 14	Aucun	273.015	Aucun	320.590	672668.245	4056594.681	0.00	0.00
P.37	720.000	Clothoïde 14	Aucun	274.357	Aucun	330.840	672660.092	4056576.443	0.00	0.00
P.38	740.000	Droite 8	Aucun	275.615	Aucun	331.464	672650.623	4056558.826	0.00	0.00
P.39	760.000	Arc 9	Aucun	276.890	Aucun	315.644	672642.627	4056540.554	0.00	0.00
P.40	780.000	Arc 9	Aucun	277.926	Aucun	283.813	672642.711	4056520.762	0.00	0.00
P.41	800.000	Clothoïde 16	Aucun	278.819	Aucun	252.047	672652.274	4056503.433	0.00	0.00
P.42	820.000	Droite 9	Aucun	280.311	Aucun	238.390	672667.935	4056491.061	0.00	0.00
P.43	840.000	Arc 10	Aucun	280.699	Aucun	232.575	672684.642	4056480.080	0.00	0.00
P.44	860.000	Arc 10	Aucun	281.403	Aucun	216.659	672703.117	4056472.557	0.00	0.00
P.45	880.000	Droite 10	Aucun	282.326	Aucun	208.070	672722.818	4056469.216	0.00	0.00
P.46	900.000	Clothoïde 19	Aucun	282.880	Aucun	202.971	672742.688	4056466.974	0.00	0.00
P.47	920.000	Clothoïde 20	Aucun	283.444	Aucun	182.929	672762.462	4056469.306	0.00	0.00
P.48	940.000	Clothoïde 21	Aucun	284.412	Aucun	182.474	672781.591	4056475.142	0.00	0.00
P.49	960.000	Clothoïde 21	Aucun	287.095	Aucun	214.834	672801.315	4056476.619	0.00	0.00
P.50	980.000	Arc 12	Aucun	287.045	Aucun	277.030	672815.847	4056464.079	0.00	0.00
P.51	1000.000	Clothoïde 22	Aucun	288.084	Aucun	321.889	672814.965	4056444.516	0.00	0.00
P.52	1020.000	Droite 12	Aucun	289.755	Aucun	329.267	672806.515	4056426.401	0.00	0.00
P.53	1040.000	Droite 12	Aucun	292.504	Aucun	329.267	672797.641	4056408.477	0.00	0.00
P.54	1060.000	Droite 12	Aucun	294.015	Aucun	329.267	672788.767	4056390.554	0.00	0.00
P.55	1080.000	Droite 12	Aucun	295.025	Aucun	329.267	672779.893	4056372.630	0.00	0.00
P.56	1100.000	Droite 12	Aucun	295.612	Aucun	329.267	672771.019	4056354.707	0.00	0.00
P.57	1120.000	Arc 13	Aucun	297.322	Aucun	323.947	672762.518	4056336.610	0.00	0.00
P.58	1140.000	Droite 13	Aucun	299.324	Aucun	317.209	672756.584	4056317.522	0.00	0.00
P.59	1160.000	Droite 13	Aucun	299.617	Aucun	317.209	672751.243	4056298.248	0.00	0.00

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	1180.000	Droite 13	Aucun	300.913	Aucun	317.209	672745.902	4056278.975	0.00	0.00
P.61	1200.000	Arc 14	Aucun	301.966	Aucun	307.380	672740.852	4056259.636	0.00	0.00
P.62	1220.000	Arc 14	Aucun	302.937	Aucun	256.450	672746.309	4056240.946	0.00	0.00
P.63	1240.000	Clothoïde 25	Aucun	303.785	Aucun	222.536	672763.087	4056230.540	0.00	0.00
P.64	1260.000	Clothoïde 26	Aucun	304.382	Aucun	244.264	672781.001	4056221.893	0.00	0.00
P.65	1280.000	Arc 15	Aucun	305.164	Aucun	295.190	672789.916	4056204.583	0.00	0.00
P.66	1300.000	Arc 15	Aucun	305.755	Aucun	346.120	672783.709	4056186.128	0.00	0.00
P.67	1320.000	Droite 14	Aucun	306.514	Aucun	347.539	672770.128	4056171.445	0.00	0.00
P.68	1340.000	Clothoïde 27	Aucun	307.470	Aucun	346.545	672756.567	4056156.745	0.00	0.00
P.69	1359.384	Arc 16	Aucun	308.986	Aucun	332.242	672745.099	4056141.174	0.00	0.00
P.70	1359.741	Clothoïde 28	Aucun	309.030	Aucun	331.921	672744.927	4056140.861	0.00	0.00
P.71	1360.000	Clothoïde 28	Aucun	309.062	Aucun	331.692	672744.803	4056140.633	0.00	0.00
P.72	1360.098	Clothoïde 28	Aucun	309.074	Aucun	331.606	672744.756	4056140.547	0.00	0.00
P.73	1360.455	Clothoïde 28	Aucun	309.118	Aucun	331.298	672744.587	4056140.233	0.00	0.00
P.74	1360.812	Clothoïde 28	Aucun	309.162	Aucun	330.996	672744.419	4056139.918	0.00	0.00
P.75	1361.169	Clothoïde 28	Aucun	309.205	Aucun	330.701	672744.252	4056139.602	0.00	0.00
P.76	1361.526	Clothoïde 28	Aucun	309.249	Aucun	330.413	672744.087	4056139.285	0.00	0.00
P.77	1361.884	Clothoïde 28	Aucun	309.292	Aucun	330.131	672743.924	4056138.967	0.00	0.00
P.78	1362.241	Clothoïde 28	Aucun	309.335	Aucun	329.856	672743.762	4056138.649	0.00	0.00
P.79	1362.598	Clothoïde 28	Aucun	309.378	Aucun	329.588	672743.601	4056138.330	0.00	0.00
P.80	1362.955	Clothoïde 28	Aucun	309.421	Aucun	329.326	672743.442	4056138.010	0.00	0.00
P.81	1363.312	Clothoïde 28	Aucun	309.464	Aucun	329.071	672743.284	4056137.690	0.00	0.00
P.82	1363.669	Clothoïde 28	Aucun	309.506	Aucun	328.822	672743.127	4056137.369	0.00	0.00
P.83	1364.026	Clothoïde 28	Aucun	309.549	Aucun	328.580	672742.971	4056137.048	0.00	0.00
P.84	1364.384	Clothoïde 28	Aucun	309.591	Aucun	328.345	672742.817	4056136.726	0.00	0.00
P.85	1364.741	Clothoïde 28	Aucun	309.633	Aucun	328.116	672742.663	4056136.403	0.00	0.00
P.86	1365.098	Clothoïde 28	Aucun	309.674	Aucun	327.894	672742.511	4056136.080	0.00	0.00
P.87	1365.455	Clothoïde 28	Aucun	309.716	Aucun	327.679	672742.360	4056135.756	0.00	0.00
P.88	1365.812	Clothoïde 28	Aucun	309.758	Aucun	327.470	672742.210	4056135.432	0.00	0.00
P.89	1366.169	Clothoïde 28	Aucun	309.799	Aucun	327.268	672742.062	4056135.108	0.00	0.00
P.90	1366.526	Clothoïde 28	Aucun	309.840	Aucun	327.072	672741.914	4056134.783	0.00	0.00
P.91	1366.884	Clothoïde 28	Aucun	309.881	Aucun	326.883	672741.767	4056134.457	0.00	0.00
P.92	1367.241	Clothoïde 28	Aucun	309.922	Aucun	326.701	672741.621	4056134.131	0.00	0.00
P.93	1367.598	Clothoïde 28	Aucun	309.963	Aucun	326.525	672741.476	4056133.805	0.00	0.00
P.94	1367.955	Clothoïde 28	Aucun	310.005	Aucun	326.356	672741.332	4056133.478	0.00	0.00
P.95	1368.312	Clothoïde 28	Aucun	309.989	Aucun	326.194	672741.189	4056133.151	0.00	0.00
P.96	1368.669	Clothoïde 28	Aucun	309.970	Aucun	326.038	672741.046	4056132.823	0.00	0.00
P.97	1369.026	Clothoïde 28	Aucun	309.952	Aucun	325.889	672740.905	4056132.495	0.00	0.00
P.98	1369.384	Clothoïde 28	Aucun	309.934	Aucun	325.746	672740.764	4056132.167	0.00	0.00
P.99	1369.741	Clothoïde 28	Aucun	309.916	Aucun	325.610	672740.624	4056131.839	0.00	0.00
P.100	1370.098	Clothoïde 28	Aucun	309.897	Aucun	325.481	672740.484	4056131.510	0.00	0.00
P.101	1370.455	Clothoïde 28	Aucun	309.879	Aucun	325.359	672740.345	4056131.181	0.00	0.00
P.102	1370.812	Clothoïde 28	Aucun	309.861	Aucun	325.243	672740.207	4056130.852	0.00	0.00
P.103	1371.169	Clothoïde 28	Aucun	309.843	Aucun	325.133	672740.069	4056130.522	0.00	0.00
P.104	1371.526	Clothoïde 28	Aucun	309.825	Aucun	325.030	672739.932	4056130.192	0.00	0.00
P.105	1371.884	Clothoïde 28	Aucun	309.809	Aucun	324.934	672739.796	4056129.862	0.00	0.00
P.106	1372.241	Clothoïde 28	Aucun	309.863	Aucun	324.845	672739.660	4056129.532	0.00	0.00
P.107	1372.598	Clothoïde 28	Aucun	309.899	Aucun	324.762	672739.524	4056129.202	0.00	0.00
P.108	1372.955	Clothoïde 28	Aucun	309.921	Aucun	324.686	672739.389	4056128.871	0.00	0.00
P.109	1373.312	Clothoïde 28	Aucun	309.942	Aucun	324.616	672739.254	4056128.540	0.00	0.00
P.110	1373.669	Clothoïde 28	Aucun	309.960	Aucun	324.553	672739.119	4056128.210	0.00	0.00
P.111	1374.026	Clothoïde 28	Aucun	309.978	Aucun	324.497	672738.985	4056127.879	0.00	0.00
P.112	1374.384	Clothoïde 28	Aucun	309.996	Aucun	324.447	672738.851	4056127.548	0.00	0.00
P.113	1374.741	Clothoïde 28	Aucun	310.022	Aucun	324.404	672738.718	4056127.216	0.00	0.00
P.114	1375.098	Clothoïde 28	Aucun	310.047	Aucun	324.368	672738.584	4056126.885	0.00	0.00
P.115	1375.455	Clothoïde 28	Aucun	310.073	Aucun	324.338	672738.451	4056126.554	0.00	0.00
P.116	1375.812	Clothoïde 28	Aucun	310.099	Aucun	324.315	672738.318	4056126.222	0.00	0.00
P.117	1376.169	Clothoïde 28	Aucun	310.124	Aucun	324.298	672738.184	4056125.891	0.00	0.00
P.118	1376.526	Clothoïde 28	Aucun	310.150	Aucun	324.288	672738.051	4056125.559	0.00	0.00
P.119	1376.884	Clothoïde 28	Aucun	310.176	Aucun	324.285	672737.919	4056125.228	0.00	0.00



## 2<sup>eme</sup> tronçon : PK 01+376 au PK 02+624.

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.70	1376.884	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	324.285	672737.919	4056125.228	0.00	0.00
P.71	1396.884	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	322.068	672730.559	4056106.632	0.00	0.00
P.72	1416.884	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	297.759	672726.881	4056087.105	0.00	0.00
P.73	1436.884	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	265.928	672732.449	4056068.112	0.00	0.00
P.74	1456.884	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	237.339	672746.349	4056053.981	0.00	0.00
P.75	1476.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672763.761	4056044.156	0.00	0.00
P.76	1496.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672781.373	4056034.678	0.00	0.00
P.77	1516.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672798.985	4056025.200	0.00	0.00
P.78	1536.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672816.596	4056015.723	0.00	0.00
P.79	1556.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672834.208	4056006.245	0.00	0.00
P.80	1576.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672851.819	4055996.767	0.00	0.00
P.81	1596.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672869.431	4055987.289	0.00	0.00
P.82	1616.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672887.043	4055977.811	0.00	0.00
P.83	1636.884	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	231.430	672904.654	4055968.333	0.00	0.00
P.84	1656.884	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	227.825	672922.412	4055959.138	0.00	0.00
P.85	1676.884	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	214.162	672941.210	4055952.422	0.00	0.00
P.86	1696.884	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	191.960	672961.077	4055951.360	0.00	0.00
P.87	1716.884	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	168.810	672980.030	4055957.392	0.00	0.00
P.88	1736.884	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	145.660	672995.599	4055969.771	0.00	0.00
P.89	1756.884	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	127.120	673006.157	4055986.673	0.00	0.00
P.90	1776.884	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	118.754	673012.953	4056005.468	0.00	0.00
P.91	1796.884	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	118.228	673018.618	4056024.648	0.00	0.00
P.92	1816.884	Clothoïde 5	Aucun	Aucun	Aucun	119.885	673024.333	4056043.814	0.00	0.00
P.93	1836.884	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	137.091	673032.625	4056061.942	0.00	0.00
P.94	1856.884	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	158.311	673046.184	4056058.518	0.00	0.00
P.95	1876.884	Clothoïde 6	Aucun	Aucun	Aucun	175.685	673063.673	4056086.081	0.00	0.00
P.96	1896.884	Clothoïde 7	Aucun	Aucun	Aucun	177.580	673082.405	4056093.088	0.00	0.00
P.97	1916.884	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	197.997	673101.757	4056097.770	0.00	0.00
P.98	1936.884	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	234.375	673120.852	4056092.807	0.00	0.00
P.99	1956.884	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	270.753	673134.229	4056078.306	0.00	0.00
P.100	1976.884	Clothoïde 8	Aucun	Aucun	Aucun	299.218	673138.195	4056058.886	0.00	0.00
P.101	1996.884	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	301.588	673137.788	4056038.891	0.00	0.00
P.102	2016.884	Clothoïde 9	Aucun	Aucun	Aucun	305.407	673137.047	4056018.908	0.00	0.00
P.103	2036.884	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	322.846	673132.754	4055999.441	0.00	0.00
P.104	2056.884	Clothoïde 10	Aucun	Aucun	Aucun	339.994	673123.196	4055981.945	0.00	0.00
P.105	2076.884	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	343.236	673110.783	4055966.266	0.00	0.00
P.106	2096.884	Clothoïde 11	Aucun	Aucun	Aucun	343.232	673098.220	4055950.704	0.00	0.00
P.107	2116.884	Clothoïde 11	Aucun	Aucun	Aucun	333.518	673086.495	4055934.527	0.00	0.00
P.108	2136.884	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	306.103	673080.066	4055915.757	0.00	0.00
P.109	2156.884	Clothoïde 12	Aucun	Aucun	Aucun	275.584	673083.056	4055896.182	0.00	0.00
P.110	2176.884	Clothoïde 12	Aucun	Aucun	Aucun	260.041	673093.141	4055878.969	0.00	0.00
P.111	2196.884	Clothoïde 13	Aucun	Aucun	Aucun	259.697	673105.105	4055862.943	0.00	0.00
P.112	2216.884	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	273.946	673115.440	4055845.871	0.00	0.00
P.113	2236.884	Clothoïde 14	Aucun	Aucun	Aucun	294.497	673120.241	4055826.548	0.00	0.00
P.114	2256.884	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	301.577	673120.392	4055806.560	0.00	0.00
P.115	2276.884	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	301.577	673119.897	4055786.566	0.00	0.00
P.116	2296.884	Clothoïde 15	Aucun	Aucun	Aucun	301.388	673119.404	4055766.572	0.00	0.00
P.117	2316.884	Clothoïde 15	Aucun	Aucun	Aucun	290.982	673120.185	4055746.610	0.00	0.00
P.118	2336.884	Clothoïde 15	Aucun	Aucun	Aucun	264.661	673126.572	4055727.809	0.00	0.00
P.119	2356.884	Arc 8	Aucun	Aucun	Aucun	230.249	673141.090	4055714.408	0.00	0.00
P.120	2376.884	Clothoïde 16	Aucun	Aucun	Aucun	198.318	673160.431	4055710.243	0.00	0.00
P.121	2396.884	Clothoïde 16	Aucun	Aucun	Aucun	180.749	673180.026	4055713.916	0.00	0.00
P.122	2416.884	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	177.847	673198.887	4055720.562	0.00	0.00
P.123	2436.884	Clothoïde 17	Aucun	Aucun	Aucun	178.382	673217.693	4055727.369	0.00	0.00
P.124	2456.884	Arc 9	Aucun	Aucun	Aucun	192.053	673237.003	4055732.422	0.00	0.00
P.125	2476.884	Clothoïde 18	Aucun	Aucun	Aucun	209.752	673256.925	4055731.813	0.00	0.00
P.126	2496.884	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	212.320	673276.577	4055728.106	0.00	0.00
P.127	2516.884	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	212.320	673296.204	4055724.260	0.00	0.00
P.128	2536.884	Clothoïde 19	Aucun	Aucun	Aucun	207.114	673315.890	4055720.761	0.00	0.00

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.129	2556.884	Arc 10	Aucun	Aucun	Aucun	183.416	673335.727	4055722.032	0.00	0.00
P.130	2576.884	Clothoïde 20	Aucun	Aucun	Aucun	169.674	673354.103	4055729.821	0.00	0.00
P.131	2596.884	Clothoïde 21	Aucun	Aucun	Aucun	171.867	673371.916	4055738.914	0.00	0.00
P.132	2616.884	Arc 11	Aucun	Aucun	Aucun	192.845	673390.939	4055744.763	0.00	0.00
P.133	2636.884	Clothoïde 22	Aucun	Aucun	Aucun	213.403	673410.794	4055743.341	0.00	0.00
P.134	2656.884	Droite 12	Aucun	Aucun	Aucun	215.351	673430.234	4055738.643	0.00	0.00
P.135	2676.884	Clothoïde 23	Aucun	Aucun	Aucun	212.746	673449.685	4055733.993	0.00	0.00
P.136	2696.884	Clothoïde 23	Aucun	Aucun	Aucun	190.018	673469.550	4055732.951	0.00	0.00
P.137	2716.884	Clothoïde 24	Aucun	Aucun	Aucun	148.782	673487.238	4055742.325	0.00	0.00
P.138	2736.884	Clothoïde 24	Aucun	Aucun	Aucun	118.591	673496.708	4055759.726	0.00	0.00
P.139	2756.884	Clothoïde 25	Aucun	Aucun	Aucun	112.112	673500.849	4055779.281	0.00	0.00
P.140	2776.884	Clothoïde 25	Aucun	Aucun	Aucun	133.577	673507.093	4055798.179	0.00	0.00
P.141	2796.884	Arc 13	Aucun	Aucun	Aucun	175.455	673521.877	4055811.101	0.00	0.00
P.142	2816.884	Clothoïde 26	Aucun	Aucun	Aucun	215.723	673541.500	4055812.210	0.00	0.00
P.143	2836.884	Clothoïde 26	Aucun	Aucun	Aucun	231.551	673559.784	4055804.242	0.00	0.00
P.144	2856.884	Droite 13	Aucun	Aucun	Aucun	231.558	673577.377	4055794.729	0.00	0.00
P.145	2876.884	Droite 13	Aucun	Aucun	Aucun	231.558	673594.969	4055785.215	0.00	0.00
P.146	2896.884	Droite 13	Aucun	Aucun	Aucun	231.558	673612.562	4055775.702	0.00	0.00
P.147	2916.884	Droite 13	Aucun	Aucun	Aucun	231.558	673630.154	4055766.189	0.00	0.00
P.148	2936.884	Clothoïde 27	Aucun	Aucun	Aucun	228.417	673647.816	4055756.808	0.00	0.00
P.149	2956.884	Arc 14	Aucun	Aucun	Aucun	212.576	673666.736	4055750.486	0.00	0.00
P.150	2976.884	Droite 14	Aucun	Aucun	Aucun	208.099	673686.536	4055747.696	0.00	0.00
P.151	2996.884	Droite 14	Aucun	Aucun	Aucun	208.099	673706.375	4055745.158	0.00	0.00
P.152	3016.884	Clothoïde 29	Aucun	Aucun	Aucun	207.317	673726.215	4055742.639	0.00	0.00
P.153	3036.884	Arc 15	Aucun	Aucun	Aucun	192.749	673746.167	4055742.459	0.00	0.00
P.154	3056.884	Clothoïde 30	Aucun	Aucun	Aucun	177.208	673765.550	4055747.174	0.00	0.00
P.155	3076.884	Droite 15	Aucun	Aucun	Aucun	175.154	673784.076	4055754.709	0.00	0.00
P.156	3096.884	Droite 15	Aucun	Aucun	Aucun	175.154	673802.572	4055762.318	0.00	0.00
P.157	3116.884	Clothoïde 31	Aucun	Aucun	Aucun	181.167	673821.189	4055769.607	0.00	0.00
P.158	3136.884	Arc 16	Aucun	Aucun	Aucun	218.548	673840.873	4055770.177	0.00	0.00
P.159	3156.884	Clothoïde 32	Aucun	Aucun	Aucun	260.671	673856.801	4055758.698	0.00	0.00
P.160	3176.884	Droite 16	Aucun	Aucun	Aucun	277.793	673865.129	4055740.586	0.00	0.00
P.161	3196.884	Arc 17	Aucun	Aucun	Aucun	263.812	673873.063	4055722.283	0.00	0.00
P.162	3216.884	Droite 17	Aucun	Aucun	Aucun	258.351	673885.084	4055706.305	0.00	0.00
P.163	3236.884	Droite 17	Aucun	Aucun	Aucun	258.351	673897.255	4055690.435	0.00	0.00
P.164	3256.884	Clothoïde 34	Aucun	Aucun	Aucun	269.392	673908.447	4055673.900	0.00	0.00
P.165	3276.884	Clothoïde 35	Aucun	Aucun	Aucun	269.940	673917.299	4055655.966	0.00	0.00
P.166	3296.884	Arc 19	Aucun	Aucun	Aucun	238.433	673929.515	4055640.402	0.00	0.00
P.167	3316.884	Clothoïde 36	Aucun	Aucun	Aucun	191.844	673948.532	4055635.873	0.00	0.00
P.168	3336.884	Clothoïde 36	Aucun	Aucun	Aucun	171.454	673967.296	4055642.527	0.00	0.00
P.169	3356.884	Clothoïde 37	Aucun	Aucun	Aucun	191.111	673986.027	4055649.291	0.00	0.00
P.170	3376.884	Clothoïde 38	Aucun	Aucun	Aucun	234.499	674005.172	4055645.141	0.00	0.00
P.171	3396.884	Clothoïde 38	Aucun	Aucun	Aucun	252.079	674020.143	4055631.981	0.00	0.00
P.172	3416.884	Clothoïde 39	Aucun	Aucun	Aucun	238.277	674034.735	4055618.366	0.00	0.00
P.173	3436.884	Clothoïde 40	Aucun	Aucun	Aucun	206.557	674053.310	4055611.530	0.00	0.00
P.174	3456.884	Clothoïde 40	Aucun	Aucun	Aucun	190.041	674073.211	4055612.802	0.00	0.00
P.175	3476.884	Droite 19	Aucun	Aucun	Aucun	189.942	674092.962	4055615.948	0.00	0.00
P.176	3496.884	Clothoïde 41	Aucun	Aucun	Aucun	190.580	674112.717	4055619.066	0.00	0.00
P.177	3516.884	Clothoïde 41	Aucun	Aucun	Aucun	197.120	674132.596	4055621.179	0.00	0.00
P.178	3536.884	Arc 22	Aucun	Aucun	Aucun	208.537	674152.550	4055620.313	0.00	0.00
P.179	3556.884	Clothoïde 42	Aucun	Aucun	Aucun	219.727	674172.023	4055615.870	0.00	0.00
P.180	3576.884	Clothoïde 42	Aucun	Aucun	Aucun	225.431	674190.707	4055608.753	0.00	0.00
P.181	3596.884	Droite 20	Aucun	Aucun	Aucun	225.763	674209.096	4055600.888	0.00	0.00
P.182	3616.884	Droite 20	Aucun	Aucun	Aucun	225.763	674227.480	4055593.014	0.00	0.00
P.183	3636.884	Clothoïde 43	Aucun	Aucun	Aucun	229.482	674245.782	4055584.954	0.00	0.00
P.184	3656.884	Droite 21	Aucun	Aucun	Aucun	237.772	674262.748	4055574.396	0.00	0.00
P.185	3676.884	Droite 21	Aucun	Aucun	Aucun	237.772	674279.330	4055563.213	0.00	0.00
P.186	3696.884	Clothoïde 45	Aucun	Aucun	Aucun	237.220	674295.924	4055552.050	0.00	0.00
P.187	3716.884	Clothoïde 45	Aucun	Aucun	Aucun	230.888	674313.028	4055541.700	0.00	0.00
P.188	3736.884	Arc 23	Aucun	Aucun	Aucun	219.519	674331.446	4055533.973	0.00	0.00
P.189	3756.884	Clothoïde 46	Aucun	Aucun	Aucun	209.050	674350.945	4055529.634	0.00	0.00
P.190	3776.884	Clothoïde 46	Aucun	Aucun	Aucun	204.968	674370.840	4055527.621	0.00	0.00
P.191	3796.884	Droite 22	Aucun	Aucun	Aucun	204.947	674390.780	4055526.068	0.00	0.00

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.192	3816.884	Clothoïde 47	Aucun	Aucun	Aucun	207.793	674410.710	4055524.410	0.00	0.00
P.193	3836.884	Droite 23	Aucun	Aucun	Aucun	219.519	674430.043	4055519.428	0.00	0.00
P.194	3856.884	Clothoïde 49	Aucun	Aucun	Aucun	219.480	674449.110	4055513.392	0.00	0.00
P.195	3876.884	Clothoïde 49	Aucun	Aucun	Aucun	215.204	674468.318	4055507.834	0.00	0.00
P.196	3896.884	Arc 24	Aucun	Aucun	Aucun	204.630	674488.036	4055504.635	0.00	0.00
P.197	3916.884	Clothoïde 50	Aucun	Aucun	Aucun	193.524	674508.007	4055504.980	0.00	0.00
P.198	3936.884	Clothoïde 50	Aucun	Aucun	Aucun	188.060	674527.764	4055508.045	0.00	0.00
P.199	3956.884	Droite 24	Aucun	Aucun	Aucun	187.798	674547.399	4055511.848	0.00	0.00
P.200	3976.884	Droite 24	Aucun	Aucun	Aucun	187.798	674567.033	4055515.658	0.00	0.00
P.201	3996.884	Droite 24	Aucun	Aucun	Aucun	187.798	674586.667	4055519.468	0.00	0.00
P.202	4012.901	Droite 24	Aucun	Aucun	Aucun	187.798	674602.391	4055522.519	0.00	0.00

**Cubatures Déblai Remblai (compensé)**  
**1<sup>er</sup> tronçon : PK 00+000 au PK 01+376.**

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	0.000	10.00	15.59	0.60	155.915	5.973	156	6
P.2	20.000	20.00	3.72	8.22	72.459	166.438	228	172
P.3	40.000	20.00	0.00	34.00	0.000	714.758	228	887
P.4	60.000	20.00	0.00	54.48	0.000	1319.167	228	2206
P.5	80.000	20.00	0.00	100.44	0.000	2061.872	228	4268
P.6	100.000	20.00	0.00	95.10	0.000	1905.649	228	6174
P.7	120.000	20.00	0.00	79.19	0.000	1726.491	228	7900
P.8	140.000	20.00	0.00	26.69	0.000	548.334	228	8449
P.9	160.000	20.00	0.00	21.09	0.000	433.067	228	8882
P.10	180.000	20.00	10.53	8.47	197.979	174.193	426	9056
P.11	200.000	20.00	0.00	26.35	0.000	526.996	426	9583
P.12	220.000	20.00	19.43	4.07	388.622	81.454	815	9664
P.13	240.000	20.00	0.00	5.98	0.000	119.512	815	9784
P.14	260.000	20.00	0.00	5.24	0.000	104.878	815	9889
P.15	280.000	20.00	110.69	3.29	2426.029	59.072	3241	9948
P.16	300.000	20.00	66.92	0.91	1076.219	20.432	4317	9968
P.17	320.000	20.00	64.76	0.00	1295.192	0.000	5612	9968
P.18	340.000	20.00	101.89	0.00	2239.276	0.000	7852	9968
P.19	360.000	20.00	77.24	0.00	1823.039	0.000	9675	9968
P.20	380.000	20.00	63.26	0.00	1356.339	0.000	11031	9968
P.21	400.000	20.00	24.47	0.00	489.481	0.000	11521	9968
P.22	420.000	20.00	57.58	0.00	1138.181	0.000	12659	9968
P.23	440.000	20.00	26.21	0.00	510.279	0.000	13169	9968
P.24	460.000	20.00	10.69	0.05	213.738	0.906	13383	9969
P.25	480.000	20.00	7.18	1.98	143.570	39.678	13526	10009
P.26	500.000	20.00	7.62	0.24	152.430	4.849	13679	10014
P.27	520.000	20.00	8.58	1.82	171.254	37.420	13850	10051
P.28	540.000	20.00	32.28	0.00	615.330	0.000	14465	10051
P.29	560.000	20.00	28.53	0.00	549.159	0.000	15014	10051
P.30	580.000	20.00	6.79	8.71	135.562	174.531	15150	10226
P.31	600.000	20.00	1.90	3.40	38.067	68.015	15188	10294
P.32	620.000	20.00	0.00	2.54	0.000	50.704	15188	10344
P.33	640.000	20.00	35.85	0.83	709.997	16.562	15898	10361
P.34	660.000	20.00	53.64	2.13	962.146	42.963	16860	10404
P.35	680.000	20.00	38.50	2.03	641.860	42.467	17502	10446
P.36	700.000	20.00	43.96	0.81	764.992	17.532	18267	10464
P.37	720.000	20.00	44.96	24.95	872.788	514.952	19140	10979
P.38	740.000	20.00	17.46	0.00	352.358	0.000	19492	10979
P.39	760.000	20.00	46.25	0.00	1043.364	0.000	20536	10979
P.40	780.000	20.00	29.57	0.00	629.004	0.000	21165	10979
P.41	800.000	20.00	29.28	0.00	596.370	0.000	21761	10979
P.42	820.000	20.00	60.10	0.00	1214.425	0.000	22975	10979
P.43	840.000	20.00	49.12	0.00	1032.100	0.000	24008	10979
P.44	860.000	20.00	30.07	0.00	635.327	0.000	24643	10979
P.45	880.000	20.00	34.97	0.00	703.461	0.000	25346	10979
P.46	900.000	20.00	19.33	0.04	404.220	0.692	25751	10980
P.47	920.000	20.00	6.72	2.06	136.231	38.313	25887	11018
P.48	940.000	20.00	22.83	0.01	429.492	0.295	26316	11018
P.49	960.000	20.00	36.28	0.00	633.514	0.000	26950	11018
P.50	980.000	20.00	21.00	0.00	353.300	0.000	27303	11018
P.51	1000.000	20.00	22.93	0.00	432.614	0.000	27736	11018
P.52	1020.000	20.00	36.39	0.00	727.515	0.000	28463	11018
P.53	1040.000	20.00	62.86	0.00	1257.261	0.000	29720	11018
P.54	1060.000	20.00	84.72	0.00	1694.416	0.000	31415	11018
P.55	1080.000	20.00	83.66	0.00	1673.127	0.000	33088	11018
P.56	1100.000	20.00	74.82	0.00	1500.362	0.000	34588	11018
P.57	1120.000	20.00	95.14	0.00	2002.423	0.000	36591	11018
P.58	1140.000	20.00	91.44	0.00	1836.782	0.000	38428	11018
P.59	1160.000	20.00	78.49	0.00	1569.749	0.000	39997	11018

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.60	1180.000	20.00	61.96	0.00	1239.184	0.000	41237	11018
P.61	1200.000	20.00	51.28	0.00	1071.620	0.000	42308	11018
P.62	1220.000	20.00	36.76	0.00	826.261	0.000	43134	11018
P.63	1240.000	20.00	70.22	0.00	1454.417	0.000	44589	11018
P.64	1260.000	20.00	56.86	0.00	881.354	0.000	45470	11018
P.65	1280.000	20.00	20.03	0.00	356.815	0.000	45827	11018
P.66	1300.000	20.00	11.49	0.00	209.847	0.000	46037	11018
P.67	1320.000	20.00	5.41	1.15	108.272	22.913	46145	11041
P.68	1340.000	19.69	0.00	4.15	0.000	81.349	46145	11122
P.69	1359.384	18.44	1.89	0.88	35.321	16.039	46180	11138
P.70	1376.884	8.75	12.54	0.00	112.045	0.005	46292	11138

## 2<sup>eme</sup> tronçon : PK 01+376 au PK 02+624.

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.70	1376.884	10.00	15.48	0.00	154.759	0.000	155	0
P.71	1396.884	20.00	24.78	0.00	516.309	0.000	671	0
P.72	1416.884	20.00	12.99	0.00	260.638	0.000	932	0
P.73	1436.884	20.00	50.43	0.00	1211.002	0.000	2143	0
P.74	1456.884	20.00	86.56	0.61	1960.086	11.021	4103	11
P.75	1476.884	20.00	30.40	9.10	609.888	181.781	4713	193
P.76	1496.884	20.00	10.84	15.16	216.731	303.146	4929	496
P.77	1516.884	20.00	7.89	15.95	157.711	319.051	5087	815
P.78	1536.884	20.00	5.48	395.93	109.540	7918.650	5197	8734
P.79	1556.884	20.00	62.41	39.99	1248.290	799.716	6445	9533
P.80	1576.884	20.00	0.08	8.30	1.592	166.087	6447	9699
P.81	1596.884	20.00	1.53	1.25	30.586	24.947	6477	9724
P.82	1616.884	20.00	47.32	1.67	946.387	33.433	7424	9758
P.83	1636.884	20.00	0.06	2.32	1.124	46.327	7425	9804
P.84	1656.884	20.00	0.00	1.96	0.000	38.955	7425	9843
P.85	1676.884	20.00	0.00	7.89	0.000	146.691	7425	9990
P.86	1696.884	20.00	0.00	2.80	0.000	53.920	7425	10044
P.87	1716.884	20.00	0.00	2.83	0.000	55.821	7425	10100
P.88	1736.884	20.00	0.00	7.38	0.000	144.159	7425	10244
P.89	1756.884	20.00	4.08	5.02	88.007	96.207	7513	10340
P.90	1776.884	20.00	0.07	1.80	1.383	35.877	7514	10376
P.91	1796.884	20.00	37.99	2.20	759.752	44.075	8274	10420
P.92	1816.884	20.00	37.00	1.74	666.685	34.852	8940	10455
P.93	1836.884	20.00	65.28	0.90	1009.248	18.199	9950	10473
P.94	1856.884	20.00	90.57	0.06	1404.767	1.313	11354	10474
P.95	1876.884	20.00	62.69	2.67	1161.216	55.348	12516	10530
P.96	1896.884	20.00	58.67	0.00	1113.725	0.000	13629	10530
P.97	1916.884	20.00	68.66	0.00	1041.922	0.000	14671	10530
P.98	1936.884	20.00	66.20	121.39	972.759	3438.586	15644	13968
P.99	1956.884	20.00	44.82	0.00	687.257	0.000	16331	13968
P.100	1976.884	20.00	37.93	4.36	679.104	95.703	17010	14064
P.101	1996.884	20.00	31.46	15.58	628.706	311.983	17639	14376
P.102	2016.884	20.00	2.60	33.50	51.356	728.064	17691	15104
P.103	2036.884	20.00	0.48	30.00	9.293	674.427	17700	15778
P.104	2056.884	20.00	0.67	11.85	13.368	256.570	17713	16035
P.105	2076.884	20.00	20.57	9.17	411.273	183.367	18124	16218
P.106	2096.884	20.00	14.54	5.72	294.697	112.066	18419	16330
P.107	2116.884	20.00	27.15	0.08	576.268	1.614	18995	16332
P.108	2136.884	20.00	52.86	0.00	1195.433	0.000	20191	16332
P.109	2156.884	20.00	88.85	0.00	2124.116	0.000	22315	16332
P.110	2176.884	20.00	70.82	0.29	1491.286	5.540	23806	16337
P.111	2196.884	20.00	112.12	0.00	2123.313	0.000	25930	16337
P.112	2216.884	20.00	85.00	0.00	1417.521	0.000	27347	16337
P.113	2236.884	20.00	37.04	0.00	645.377	0.000	27992	16337
P.114	2256.884	20.00	5.52	12.18	110.091	248.070	28103	16586
P.115	2276.884	20.00	37.56	9.72	751.104	194.461	28854	16780
P.116	2296.884	20.00	43.69	0.07	906.105	1.400	29760	16781
P.117	2316.884	20.00	0.00	2.98	0.000	58.751	29760	16840
P.118	2336.884	20.00	0.00	3.01	0.000	61.961	29760	16902
P.119	2356.884	20.00	0.00	6.70	0.000	140.486	29760	17043
P.120	2376.884	20.00	0.00	9.70	0.000	196.209	29760	17239
P.121	2396.884	20.00	0.00	6.71	0.000	134.787	29760	17374
P.122	2416.884	20.00	0.00	5.37	0.000	107.369	29760	17481
P.123	2436.884	20.00	0.00	14.55	0.000	302.567	29760	17784
P.124	2456.884	20.00	0.00	31.42	0.000	718.044	29760	18502
P.125	2476.884	20.00	0.20	10.07	3.952	215.368	29764	18717
P.126	2496.884	20.00	0.21	10.06	4.113	201.204	29768	18918
P.127	2516.884	20.00	0.04	1.22	0.823	24.353	29769	18943
P.128	2536.884	20.00	0.00	3.82	0.000	75.432	29769	19018

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.129	2556.884	20.00	0.01	0.90	0.018	17.236	29769	19035
P.130	2576.884	20.00	34.70	0.00	705.955	0.000	30475	19035
P.131	2596.884	20.00	89.26	0.00	1667.238	0.000	32142	19035
P.132	2616.884	20.00	112.42	0.00	1912.211	0.000	34054	19035
P.133	2636.884	20.00	92.77	0.00	1779.253	0.000	35833	19035
P.134	2656.884	20.00	109.49	0.00	2189.827	0.000	38023	19035
P.135	2676.884	20.00	134.86	0.00	2919.622	0.000	40943	19035
P.136	2696.884	20.00	57.61	0.00	1268.631	0.000	42211	19035
P.137	2716.884	20.00	35.29	0.01	785.444	0.136	42997	19035
P.138	2736.884	20.00	203.34	0.00	4776.450	0.000	47773	19035
P.139	2756.884	20.00	170.66	0.00	3213.277	0.000	50987	19035
P.140	2776.884	20.00	169.91	0.00	2582.653	0.000	53569	19035
P.141	2796.884	20.00	0.00	0.00	0.000	0.000	53569	19035
P.142	2816.884	20.00	74.20	0.00	1654.036	0.000	55223	19035
P.143	2836.884	20.00	62.31	0.00	1234.262	0.000	56458	19035
P.144	2856.884	20.00	27.75	0.00	555.013	0.000	57013	19035
P.145	2876.884	20.00	17.23	0.00	344.561	0.000	57357	19035
P.146	2896.884	20.00	9.68	0.00	193.689	0.000	57551	19035
P.147	2916.884	20.00	1.32	0.08	26.380	1.569	57577	19037
P.148	2936.884	20.00	0.00	4.05	0.000	81.400	57577	19118
P.149	2956.884	20.00	0.00	12.14	0.000	243.207	57577	19362
P.150	2976.884	20.00	0.00	21.26	0.000	425.243	57577	19787
P.151	2996.884	20.00	0.00	28.66	0.000	573.250	57577	20360
P.152	3016.884	20.00	0.00	69.95	0.000	1352.077	57577	21712
P.153	3036.884	20.00	0.00	71.36	0.000	1309.619	57577	23022
P.154	3056.884	20.00	0.00	47.43	0.000	915.312	57577	23937
P.155	3076.884	20.00	0.00	60.46	0.000	1209.152	57577	25146
P.156	3096.884	20.00	0.00	57.23	0.000	1144.761	57577	26291
P.157	3116.884	20.00	0.00	13.63	0.000	272.673	57577	26564
P.158	3136.884	20.00	32.40	0.93	448.490	17.985	58026	26582
P.159	3156.884	20.00	48.30	0.00	786.215	0.000	58812	26582
P.160	3176.884	20.00	64.21	0.00	1264.240	0.000	60076	26582
P.161	3196.884	20.00	50.05	0.00	1122.480	0.000	61199	26582
P.162	3216.884	20.00	72.52	0.00	1450.314	0.000	62649	26582
P.163	3236.884	20.00	107.51	0.00	2103.414	0.000	64752	26582
P.164	3256.884	20.00	123.20	1.03	2237.772	21.242	66990	26603
P.165	3276.884	20.00	91.28	0.00	2027.720	0.000	69018	26603
P.166	3296.884	20.00	6.26	0.00	117.518	0.008	69135	26603
P.167	3316.884	20.00	3.56	0.44	70.322	9.340	69206	26612
P.168	3336.884	20.00	129.71	0.01	2603.147	0.184	71809	26612
P.169	3356.884	20.00	1.54	0.16	30.445	3.489	71839	26616
P.170	3376.884	20.00	0.17	8.02	3.077	210.146	71842	26826
P.171	3396.884	20.00	0.00	2.21	0.000	44.255	71842	26870
P.172	3416.884	20.00	0.00	2.22	0.000	42.726	71842	26913
P.173	3436.884	20.00	2.17	7.58	42.650	111.445	71885	27024
P.174	3456.884	20.00	120.52	0.25	2523.264	4.835	74408	27029
P.175	3476.884	20.00	119.09	0.00	2381.747	0.000	76790	27029
P.176	3496.884	20.00	106.05	0.00	2046.930	0.000	78837	27029
P.177	3516.884	20.00	118.57	0.00	2085.344	0.000	80922	27029
P.178	3536.884	20.00	136.39	0.00	2317.128	0.000	83239	27029
P.179	3556.884	20.00	176.42	0.00	3110.976	0.000	86350	27029
P.180	3576.884	20.00	132.21	0.00	2584.511	0.000	88935	27029
P.181	3596.884	20.00	68.12	0.00	1362.337	0.000	90297	27029
P.182	3616.884	20.00	33.90	0.60	677.993	11.900	90975	27041
P.183	3636.884	20.00	20.82	0.74	397.994	15.711	91373	27057
P.184	3656.884	20.00	9.61	0.00	192.298	0.000	91566	27057
P.185	3676.884	20.00	8.11	0.02	162.289	0.381	91728	27057
P.186	3696.884	20.00	4.93	0.75	97.305	15.084	91825	27072
P.187	3716.884	20.00	0.00	6.13	0.000	125.178	91825	27198
P.188	3736.884	20.00	0.00	16.83	0.000	345.225	91825	27543
P.189	3756.884	20.00	0.00	5.61	0.000	112.069	91825	27655
P.190	3776.884	20.00	0.00	8.52	0.000	170.425	91825	27825
P.191	3796.884	20.00	0.00	13.24	0.000	264.728	91825	28090

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.192	3816.884	20.00	0.00	14.19	0.000	283.624	91825	28374
P.193	3836.884	20.00	0.00	12.66	0.000	253.345	91825	28627
P.194	3856.884	20.00	0.02	5.85	0.359	116.931	91825	28744
P.195	3876.884	20.00	0.00	2.63	0.000	52.673	91825	28797
P.196	3896.884	20.00	16.71	0.57	310.237	11.733	92136	28808
P.197	3916.884	20.00	37.94	3.48	712.799	75.855	92849	28884
P.198	3936.884	20.00	31.64	0.02	621.462	0.386	93470	28884
P.199	3956.884	20.00	46.26	0.00	925.256	0.000	94395	28884
P.200	3976.884	20.00	34.32	0.00	686.456	0.000	95082	28884
P.201	3996.884	18.01	27.00	0.20	486.249	3.555	95568	28888
P.202	4012.901	8.01	19.29	0.00	154.472	0.000	95722	28888



# Visibilité

## 1<sup>er</sup> tronçon : PK 00+000 au PK 01+376.

Num.	Abscisse	Sens Direct				Sens inverse			
		Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé	Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé
			Minimale	Projet			Minimale	Projet	
P.1	0.000	88	124	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.2	20.000	88	143	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	95	168	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.3	40.000	44	45	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	44	45	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.4	60.000	50	55	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	50	55	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.5	80.000	88	143	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	193	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.6	100.000	88	124	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.7	120.000	68	91	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	68	91	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.8	140.000	45	46	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	45	46	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.9	160.000	45	46	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	45	46	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.10	180.000	80	120	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	80	120	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.11	200.000	88	124	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.12	220.000	88	124	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.13	240.000	87	121	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.14	260.000	84	116	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.15	280.000	77	114	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	77	114	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.16	300.000	43	43	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	43	43	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.17	320.000	79	102	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.18	340.000	76	110	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	76	110	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.19	360.000	48	51	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	48	51	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.20	380.000	79	117	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	87	140	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.21	400.000	79	102	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.22	420.000	82	110	Pas de MNT	Pas de MNT	102	166	Pas de MNT	Pas de MNT



				véhicule	véhicule			véhicule	véhicule
P.47	920.000	76	111	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	76	111	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.48	940.000	78	114	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	77	114	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.49	960.000	26	22	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	26	22	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.50	980.000	21	17	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	21	17	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.51	1000.000	53	61	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	53	61	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.52	1020.000	90	131	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.53	1040.000	90	131	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.54	1060.000	90	131	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.55	1080.000	90	131	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.56	1100.000	90	131	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.57	1120.000	76	110	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	76	110	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.58	1140.000	90	131	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	102	166	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule

## 2<sup>eme</sup> tronçon : PK 01+376 au PK 02+624.

Num.	Abscisse	Sens Direct				Sens inverse			
		Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé	Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé
			Minimale	Projet			Minimale	Projet	
P.70	1376.884	Pas de table!	Pas de table	63	10	Pas de table!	Pas de table	-0	
P.71	1396.884	Pas de table!	Pas de table	55	4	Pas de table!	Pas de table	-20	
P.72	1416.884	Pas de table!	Pas de table	158	33	Pas de table!	Pas de table	-40	
P.73	1436.884	Pas de table!	Pas de table	251	7	Pas de table!	Pas de table	48	~11
P.74	1456.884	Pas de table!	Pas de table	250	9	Pas de table!	Pas de table	44	24
P.75	1476.884	Pas de table!	Pas de table	237	13	Pas de table!	Pas de table	53	32
P.76	1496.884	Pas de table!	Pas de table	227	25	Pas de table!	Pas de table	71	33
P.77	1516.884	Pas de table!	Pas de table	228	~2267	Pas de table!	Pas de table	90	33
P.78	1536.884	Pas de table!	Pas de table	291	~2184	Pas de table!	Pas de table	109	34
P.79	1556.884	Pas de table!	Pas de table	273	571	Pas de table!	Pas de table	129	~50
P.80	1576.884	Pas de table!	Pas de table	255	~2180	Pas de table!	Pas de table	148	35
P.81	1596.884	Pas de table!	Pas de table	237	~2178	Pas de table!	Pas de table	164	39
P.82	1616.884	Pas de table!	Pas de table	222	581	Pas de table!	Pas de table	181	42
P.83	1636.884	Pas de table!	Pas de table	208	475	Pas de table!	Pas de table	199	7
P.84	1656.884	Pas de table!	Pas de table	204	187	Pas de table!	Pas de table	218	6
P.85	1676.884	Pas de table!	Pas de table	194	154	Pas de table!	Pas de table	233	6
P.86	1696.884	Pas de table!	Pas de table	167	150	Pas de table!	Pas de table	217	28
P.87	1716.884	Pas de table!	Pas de table	141	156	Pas de table!	Pas de table	197	26
P.88	1736.884	Pas de table!	Pas de table	116	175	Pas de table!	Pas de table	206	22
P.89	1756.884	Pas de table!	Pas de table	94	~2161	Pas de table!	Pas de table	220	22
P.90	1776.884	Pas de table!	Pas de table	76	173	Pas de table!	Pas de table	238	21
P.91	1796.884	Pas de table!	Pas de table	61	~2154	Pas de table!	Pas de table	256	21
P.92	1816.884	Pas de table!	Pas de table	53	~2142	Pas de table!	Pas de table	275	21
P.93	1836.884	Pas de table!	Pas de table	63	~2112	Pas de table!	Pas de table	294	21
P.94	1856.884	Pas de table!	Pas de table	70	~2085	Pas de table!	Pas de table	313	21
P.95	1876.884	Pas de table!	Pas de table	55	~2080	Pas de table!	Pas de table	68	122
P.96	1896.884	Pas de table!	Pas de table	43	~2072	Pas de table!	Pas de table	72	278
P.97	1916.884	Pas de table!	Pas de table	41	~2054	Pas de table!	Pas de table	82	336
P.98	1936.884	Pas de table!	Pas de table	43	704	Pas de table!	Pas de table	74	~485
P.99	1956.884	Pas de table!	Pas de table	86	452	Pas de table!	Pas de table	51	~528
P.100	1976.884	Pas de table!	Pas de table	77	136	Pas de table!	Pas de table	51	~548
P.101	1996.884	Pas de table!	Pas de table	73	92	Pas de table!	Pas de table	59	~560
P.102	2016.884	Pas de table!	Pas de table	63	60	Pas de table!	Pas de table	74	168
P.103	2036.884	Pas de table!	Pas de table	172	128	Pas de table!	Pas de table	90	170
P.104	2056.884	Pas de table!	Pas de table	153	126	Pas de table!	Pas de table	97	577
P.105	2076.884	Pas de table!	Pas de table	136	127	Pas de table!	Pas de table	93	~606
P.106	2096.884	Pas de table!	Pas de table	124	123	Pas de table!	Pas de table	88	~631
P.107	2116.884	Pas de table!	Pas de table	134	137	Pas de table!	Pas de table	102	~637
P.108	2136.884	Pas de table!	Pas de table	105	180	Pas de table!	Pas de table	127	~632
P.109	2156.884	Pas de table!	Pas de table	80	250	Pas de table!	Pas de table	165	~614
P.110	2176.884	Pas de table!	Pas de table	63	305	Pas de table!	Pas de table	200	~599
P.111	2196.884	Pas de table!	Pas de table	57	339	Pas de table!	Pas de table	234	~585
P.112	2216.884	Pas de table!	Pas de table	193	127	Pas de table!	Pas de table	85	9
P.113	2236.884	Pas de table!	Pas de table	495	~1280	Pas de table!	Pas de table	102	17
P.114	2256.884	Pas de table!	Pas de table	476	~1279	Pas de table!	Pas de table	75	69
P.115	2276.884	Pas de table!	Pas de table	456	~1279	Pas de table!	Pas de table	81	~818
P.116	2296.884	Pas de table!	Pas de table	437	~1278	Pas de table!	Pas de table	95	~824
P.117	2316.884	Pas de table!	Pas de table	352	27	Pas de table!	Pas de table	113	~826
P.118	2336.884	Pas de table!	Pas de table	317	56	Pas de table!	Pas de table	135	114
P.119	2356.884	Pas de table!	Pas de table	290	70	Pas de table!	Pas de table	138	137
P.120	2376.884	Pas de table!	Pas de table	268	76	Pas de table!	Pas de table	152	118
P.121	2396.884	Pas de table!	Pas de table	248	76	Pas de table!	Pas de table	169	114
P.122	2416.884	Pas de table!	Pas de table	229	73	Pas de table!	Pas de table	186	117
P.123	2436.884	Pas de table!	Pas de table	211	68	Pas de table!	Pas de table	204	118
P.124	2456.884	Pas de table!	Pas de table	193	66	Pas de table!	Pas de table	223	119
P.125	2476.884	Pas de table!	Pas de table	171	68	Pas de table!	Pas de table	243	82
P.126	2496.884	Pas de table!	Pas de table	148	76	Pas de table!	Pas de table	263	77
P.127	2516.884	Pas de table!	Pas de table	123	89	Pas de table!	Pas de table	283	72

Num.	Abscisse	Sens Direct				Sens inverse			
		Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé	Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé
			Minimale	Projet			Minimale	Projet	
P.128	2536.884	Pas de table!	Pas de table	98	~1377	Pas de table!	Pas de table	304	64
P.129	2556.884	Pas de table!	Pas de table	74	~1381	Pas de table!	Pas de table	324	51
P.130	2576.884	Pas de table!	Pas de table	58	~1377	Pas de table!	Pas de table	344	47
P.131	2596.884	Pas de table!	Pas de table	57	56	Pas de table!	Pas de table	365	43
P.132	2616.884	Pas de table!	Pas de table	99	2	Pas de table!	Pas de table	385	40
P.133	2636.884	Pas de table!	Pas de table	79	1	Pas de table!	Pas de table	405	39
P.134	2656.884	Pas de table!	Pas de table	78	~1277	Pas de table!	Pas de table	71	78
P.135	2676.884	Pas de table!	Pas de table	63	~1272	Pas de table!	Pas de table	83	259
P.136	2696.884	Pas de table!	Pas de table	58	~1257	Pas de table!	Pas de table	103	261
P.137	2716.884	Pas de table!	Pas de table	~1296		Pas de table!	Pas de table	46	36
P.138	2736.884	Pas de table!	Pas de table	~1276		Pas de table!	Pas de table	49	83
P.139	2756.884	Pas de table!	Pas de table	~1256		Pas de table!	Pas de table	50	~1329
P.140	2776.884	Pas de table!	Pas de table	~1236		Pas de table!	Pas de table	67	687
P.141	2796.884	Pas de table!	Pas de table	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de table!	Pas de table	Pas de MNT sous le véhicule	Pas de MNT sous le véhicule
P.142	2816.884	Pas de table!	Pas de table	~1196		Pas de table!	Pas de table	61	67
P.143	2836.884	Pas de table!	Pas de table	~1176		Pas de table!	Pas de table	68	470
P.144	2856.884	Pas de table!	Pas de table	~1156		Pas de table!	Pas de table	83	468
P.145	2876.884	Pas de table!	Pas de table	~1136		Pas de table!	Pas de table	99	578
P.146	2896.884	Pas de table!	Pas de table	~1116		Pas de table!	Pas de table	119	631
P.147	2916.884	Pas de table!	Pas de table	~1096		Pas de table!	Pas de table	139	594
P.148	2936.884	Pas de table!	Pas de table	~1076		Pas de table!	Pas de table	159	616
P.149	2956.884	Pas de table!	Pas de table	~1056		Pas de table!	Pas de table	179	618
P.150	2976.884	Pas de table!	Pas de table	~1036		Pas de table!	Pas de table	199	606
P.151	2996.884	Pas de table!	Pas de table	~1016		Pas de table!	Pas de table	219	594
P.152	3016.884	Pas de table!	Pas de table	~996		Pas de table!	Pas de table	243	584
P.153	3036.884	Pas de table!	Pas de table	~976		Pas de table!	Pas de table	263	583
P.154	3056.884	Pas de table!	Pas de table	~956		Pas de table!	Pas de table	283	655
P.155	3076.884	Pas de table!	Pas de table	~936		Pas de table!	Pas de table	303	573
P.156	3096.884	Pas de table!	Pas de table	~916		Pas de table!	Pas de table	324	536
P.157	3116.884	Pas de table!	Pas de table	~896		Pas de table!	Pas de table	339	521
P.158	3136.884	Pas de table!	Pas de table	~876		Pas de table!	Pas de table	359	520
P.159	3156.884	Pas de table!	Pas de table	~856		Pas de table!	Pas de table	379	533
P.160	3176.884	Pas de table!	Pas de table	~836		Pas de table!	Pas de table	399	~1400
P.161	3196.884	Pas de table!	Pas de table	~816		Pas de table!	Pas de table	419	~1400
P.162	3216.884	Pas de table!	Pas de table	~796		Pas de table!	Pas de table	439	~1400
P.163	3236.884	Pas de table!	Pas de table	~776		Pas de table!	Pas de table	459	~1400
P.164	3256.884	Pas de table!	Pas de table	~756		Pas de table!	Pas de table	479	~1400
P.165	3276.884	Pas de table!	Pas de table	~736		Pas de table!	Pas de table	499	~1400
P.166	3296.884	Pas de table!	Pas de table	~716		Pas de table!	Pas de table	519	~1400
P.167	3316.884	Pas de table!	Pas de table	~696		Pas de table!	Pas de table	539	~1400
P.168	3336.884	Pas de table!	Pas de table	~676		Pas de table!	Pas de table	559	~1400
P.169	3356.884	Pas de table!	Pas de table	~656		Pas de table!	Pas de table	579	~1400
P.170	3376.884	Pas de table!	Pas de table	~636		Pas de table!	Pas de table	599	626
P.171	3396.884	Pas de table!	Pas de table	~616		Pas de table!	Pas de table	619	~1400
P.172	3416.884	Pas de table!	Pas de table	~596		Pas de table!	Pas de table	639	~1400
P.173	3436.884	Pas de table!	Pas de table	~576		Pas de table!	Pas de table	662	329
P.174	3456.884	Pas de table!	Pas de table	~556		Pas de table!	Pas de table	679	~1400
P.175	3476.884	Pas de table!	Pas de table	~536		Pas de table!	Pas de table	699	~1400
P.176	3496.884	Pas de table!	Pas de table	~516		Pas de table!	Pas de table	719	778
P.177	3516.884	Pas de table!	Pas de table	~496		Pas de table!	Pas de table	739	~1400
P.178	3536.884	Pas de table!	Pas de table	~476		Pas de table!	Pas de table	759	591
P.179	3556.884	Pas de table!	Pas de table	~456		Pas de table!	Pas de table	779	584
P.180	3576.884	Pas de table!	Pas de table	~436		Pas de table!	Pas de table	799	653
P.181	3596.884	Pas de table!	Pas de table	~416		Pas de table!	Pas de table	819	598
P.182	3616.884	Pas de table!	Pas de table	~396		Pas de table!	Pas de table	839	610
P.183	3636.884	Pas de table!	Pas de table	~376		Pas de table!	Pas de table	859	744
P.184	3656.884	Pas de table!	Pas de table	~356		Pas de table!	Pas de table	879	~1400
P.185	3676.884	Pas de table!	Pas de table	~336		Pas de table!	Pas de table	899	684
P.186	3696.884	Pas de table!	Pas de table	~316		Pas de table!	Pas de table	919	318
P.187	3716.884	Pas de table!	Pas de table	~296		Pas de table!	Pas de table	939	313
P.188	3736.884	Pas de table!	Pas de table	~276		Pas de table!	Pas de table	959	419
P.189	3756.884	Pas de table!	Pas de table	~256		Pas de table!	Pas de table	979	~1400

Num.	Abscisse	Sens Direct				Sens inverse			
		Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé	Vitesse V85 (km/h)	Visibilité (m)		Perte tracé
			Minimale	Projet			Minimale	Projet	
P.190	3776.884	Pas de table!	Pas de table	~236		Pas de table!	Pas de table	1002	764
P.191	3796.884	Pas de table!	Pas de table	~216		Pas de table!	Pas de table	1022	310
P.192	3816.884	Pas de table!	Pas de table	~196		Pas de table!	Pas de table	1042	311
P.193	3836.884	Pas de table!	Pas de table	~176		Pas de table!	Pas de table	1059	1
P.194	3856.884	Pas de table!	Pas de table	~156		Pas de table!	Pas de table	1079	756
P.195	3876.884	Pas de table!	Pas de table	~136		Pas de table!	Pas de table	1099	755
P.196	3896.884	Pas de table!	Pas de table	~116		Pas de table!	Pas de table	1119	337
P.197	3916.884	Pas de table!	Pas de table	~96		Pas de table!	Pas de table	1139	319
P.198	3936.884	Pas de table!	Pas de table	~76		Pas de table!	Pas de table	1159	~1400
P.199	3956.884	Pas de table!	Pas de table	~56		Pas de table!	Pas de table	1179	~1400
P.200	3976.884	Pas de table!	Pas de table	~36		Pas de table!	Pas de table	1199	~1400
P.201	3996.884	Pas de table!	Pas de table	~16		Pas de table!	Pas de table	1219	~1400
P.202	4012.901	Pas de table!	Pas de table	~0		Pas de table!	Pas de table	1235	~1400

# Annexe b

## ESSAIS IN-SITU :

### 1. Les sondages carottés :

#### ❖ PK 03+500 :

Echelle (m)		Élévation (m)		Profondeur (m)		Récupération		SPT (N1+N2)		ROD		Tirage		Carré		État		Profondeur Échantillon		Niveau d'eau		Symboles		DESCRIPTION		ESSAIS DE LABORATOIRE	
-0.50		0.00																						Remblais			
1.0		-1.00																						Argiles marneuses à passages de cailloutis			
2.0		-2.00																						Marnes schisteuses altérées et friables			
3.0		-3.00																						Marnes beiges à jaunâtres moyennement compactes à compactes			
4.0		-4.00																						Fin du forage à une profondeur de 10 m.			
5.0		-5.00																									
6.0		-6.00																									
7.0		-7.00																									
8.0		-8.00																									
9.0		-9.00																									
10.0		-10.00																									
11.0		-11.00																									
12.0		-12.00																									
13.0		-13.00																									
14.0		-14.00																									
15.0		-15.00																									
16.0		-16.00																									
17.0		-17.00																									


REMARQUES :

TYPE D'ÉCHANTILLON :

ABRÉVIATIONS :




❖ PK 04+300 :

 <b>مركز الصوامع للمراقبة النوعية و المطابقة لمراد البناء والطرقات و الأعمال العمومية</b> <b>LABORATOIRE SOUMMAM : D'ANALYSE DE LA QUALITE DES MATERIAUX CONSTRUCTIONS</b> <b>BÂTIMENTS, ROUTES ET TRAVAUX PUBLICS</b> SNC BOUKA SAMR ET FRERES / Agrement n° 155 du 14/07/2009 Adresse : Route de l'hôpital Amizour 06300 (w) Bejaia Tel : 034 24 07 16 / Telfax 034 24 06 91										<b>RAPPORT DE FORAGE</b> Sondage : N°01							
Projet : MODERNISATION DE CW158SUR 27kms DU PK 0+000 AU PK 27+000 Endroit : PK 04+300					Dossier N° : 008.EG.2012 Client : TECHNIQUE CONSEIL												
Date début : Date fin : Profondeur forée (m) : 10 Niveau d'eau (m) :		Coordonnées GPS : X : Y : Z :		Boue de forage : Type forage : Foreuse :		Etat des échantillons : Intact <input type="checkbox"/> Remanié <input type="checkbox"/> Paraffiné <input type="checkbox"/> Roche <input type="checkbox"/>											
Echelle (m)	Elevation (m)	Profondeur (m)	Récupération				SPT (N1+N2)	RCD	Tubage	Caoutchouc	Etat	Profondeur Echantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION	ESSAIS DE LABORATOIRE	
			25	50	75	100											
1.0	-1.00													Remblais			
2.0	-2.00													Marnes argileuses à passage de cailloutis			
3.0	-3.00													Marnes altérées avec passage d'encrouement			
4.0	-4.00													Marnes schisteuses friables et fracturées			
5.0	-5.00																
6.0	-6.00																
7.0	-7.00																
8.0	-8.00																
9.0	-9.00																
10.0	-10.00													Fin du forage à une profondeur de 10 m.			
11.0	-11.00																
12.0	-12.00																
13.0	-13.00																
14.0	-14.00																
15.0	-15.00																
16.0	-16.00																
17.0	-17.00																
REMARQUES :												TYPE D'ECHANTILLON : CF : Carotte à face TB : Tube à paroi fine PS : Tube à paroi fine CR : Tube caoutchouc TO : Tube ouvert		ABREVIATIONS : AG : Analyse granulométrie S : Sédiments fins L : Limites d'Atterberg (LL, PL) PU : Poids spécifique (G <sub>s</sub> , G <sub>m</sub> ) AC : Analyse chimique CR : Cisaillement circulaire TR : Cisaillement Triaxial RC : Résistance à la compression OED : Essai œdome triaxial CU : Consolidation R : Résistance à l'enfoncement			
Préparé par :						Vérifié par :						13/12/2012		Page : 1 de 1			





## ❖ PK 04+900 :

 مختبر الصوامع للمراقبة الجودة و المطابقة لمراد البناء والطرق و الأعمال الصومية LABORATOIRE SOUMMAM : D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIEAUX CONSTRUCTIONS BÂTIMENTS, ROUTES ET TRAVAUX PUBLICS SNC BOUNIA SAMIR ET FRÈRES / Agrément n° 155 du 14/07/2009 Adresse : Route de l'hôpital Amizour 06300 (w) Bejaia Tel : 034 24 07 19 / Télfax 034 24 00 91		RAPPORT DE FORAGE Sondage : N°01										
Projet : MODERNISATION DE CW158SUR 27kms DU PK 0+000 AU PK 27+000				Dossier N° : 008.EG.2012								
Endroit : PK 04+900				Client : TECHNIQUE CONSEIL								
Date début : Date fin : Profondeur forée (m) : 10 Niveau d'eau (m) :		Coordonnées GPS: X : Y : Z :		Boue de forage : Type forage : Foreuse :		Etat des échantillons : Intact <input type="checkbox"/> Remanié <input type="checkbox"/> Paraffiné <input type="checkbox"/> Roche <input type="checkbox"/>						
Echelle (m)	Élévation (m) Profondeur (m)	Récupération 25 50 75 100	SPT (N1+N2)	RQD	Tubage	Carottier	État	Profondeur Échantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION	ESSAIS DE LABORATOIRE
0.40	0.40										Remblais	
1.0											Argiles Marneuses graveleuses à caillouteuses	
2.0											Marnes schisteuses altérées et friables	
3.0											Marnes à marno-calcaire à filonnets de calcite	
4.0												
5.0												
6.0												
7.0												
8.0												
9.0												
10.0											Fin du forage à une profondeur de 10 m.	
11.0												
12.0												
13.0												
14.0												
15.0												
16.0												
17.0												



❖ PK 5+100 :

Echelle (m)		Récupération		SPT (N1+N2)	RcD	Tubage	Carottier	Etat	Profondeur Echantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION	ESSAIS DE LABORATOIRE
Elevation (m)	Profondeur (m)	25	50										
-0,30	0,30											Remblais	
-1,20	1,20											Argiles marneuses caillouteuses	
-3,00												Marnes schisteuses friables de couleur grises	
-5,00	5,00											Marnes compactes fracturées	
-10,00	10,00											Fin du forage à une profondeur de 10 m.	
-11,00													
-12,00													
-13,00													
-14,00													
-15,00													
-16,00													
-17,00													

**PROJET :** MODERNISATION DE CW158SUR 27kms DU PK 0+000 AU PK 27+000  
**ENDROIT :** PK 05+100  
**DOSSIER N° :** 008.EG.2012  
**CLIENT :** TECHNIQUE CONSEIL

Date début :  
 Date fin :  
 Profondeur forée (m) : 10  
 Niveau d'eau (m) :

Coordonnées GPS :  
 X :  
 Y :  
 Z :

Boue de forage :  
 Type forage :  
 Foreuse :

Etat des échantillons :  
 Intact  Remanié  Paraffiné  Roche


**REMARQUES :**  
**TYPE D'ECHANTILLON :**  
 CF : Carotte f. cône  
 TM : Tête à paroi lisse  
 PC : Tête à position fixe  
 CR : Tête carotte  
 TO : Tête ouvert

**ABREVIATIONS :**  
 AG : Analyse granulométrique  
 S : Sédimentation  
 L : Limites d'atmosphère (PL/LL)  
 W : Teneur en eau  
 P.V. : Poids volumique (G<sub>s</sub>, G<sub>m</sub>)  
 A.C. : Analyse chimique  
 C.I.D. : Cisaillement rectiligne  
 T.R. : Cisaillement triaxial  
 R.C. : Résistance à la compression  
 O.E.D. : Essai oedométrique  
 G.L. : Contement libre  
 R. : Retraite d'humidité

Préparé par :  
 Vérifié par :  
 13/12/2012  
 Page : 1 de 1




## ❖ PK 6+100 :

 <b>عمر الصومام للمراقبة الجودة و المطابقة لمراد البناء، الخرقات و الأعمال العمومية</b> <b>LABORATOIRE SOUMMAN : D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX CONSTRUCTIONS</b> BÂTIMENTS, ROUTES ET TRAVAUX PUBLICS SNC BOUMIA SAMIR ET FRÈRES / Agrément n° 155 du 14/07/2009 Adresse : Route de l'hôpital Amizour 06300 (w) Béjaïa Tel : 034 24 07 16 / Telfax 034 24 06 91		<b>RAPPORT DE FORAGE</b> Sondage : N°01											
<b>Projet : MODERNISATION DE CW158SUR 27kms DU PK 0+000 AU PK 27+000</b> <b>Endroit : PK 06+100</b>		<b>Dossier IF : 008.EG.2012</b> <b>Client : TECHNIQUE CONSEIL</b>											
Date début : Date fin : Profondeur forée (m) : 10 Niveau d'eau (m) :		Coordonnées GPS: X : Y : Z :											
		Boue de forage : Type forage : Foreuse :											
		Etat des échantillons : Intact <input type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Paraffiné <input type="checkbox"/> Roche <input type="checkbox"/>											
Echelle (m)	Récupération	SPT (N1+N2)	R&D	Tubage	Carottier	État	Profondeur Echantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION	ESSAIS DE LABORATOIRE		
												Élévation (m)	Profondeur (m)
0.20	15	80	75	100						Remblais hétérogène			
1.0										Argiles limoneuses à caillouteuses			
2.0										Marnes schisteuses altérées et oxydées			
3.0										Marnes compactes à maro calcaires			
4.0													
5.0													
6.0													
7.0													
8.0													
9.0													
10.0										Fin du forage à une profondeur de 10 m.			
11.0													
12.0													
13.0													
14.0													
15.0													
16.0													
17.0													
REMARQUES :								TYPE D'ECHANTILLON :		ABREVIATIONS :			
								CF : Carottier fermé TM : Tube à paroi fine PS : Tube à paroi fine CF : Tube carottier TO : Tube ouvert		AG : Analyse granulométrique G : Géométrie L : Unités d'essai (N, L, P) W : Teneur en eau PV : Poids volumique (G <sub>s</sub> , G <sub>m</sub> ) AC : Analyse chimique		C10 : Circulation rectiligne TR : Circulation transversale PC : Résistance à la compression OEB : Essai oedométrique OL : Gonflement libre R : Rekas à l'enfoncement	
Prépare par :				Vérifié par :				13/12/2012		Page : 1 de 1			





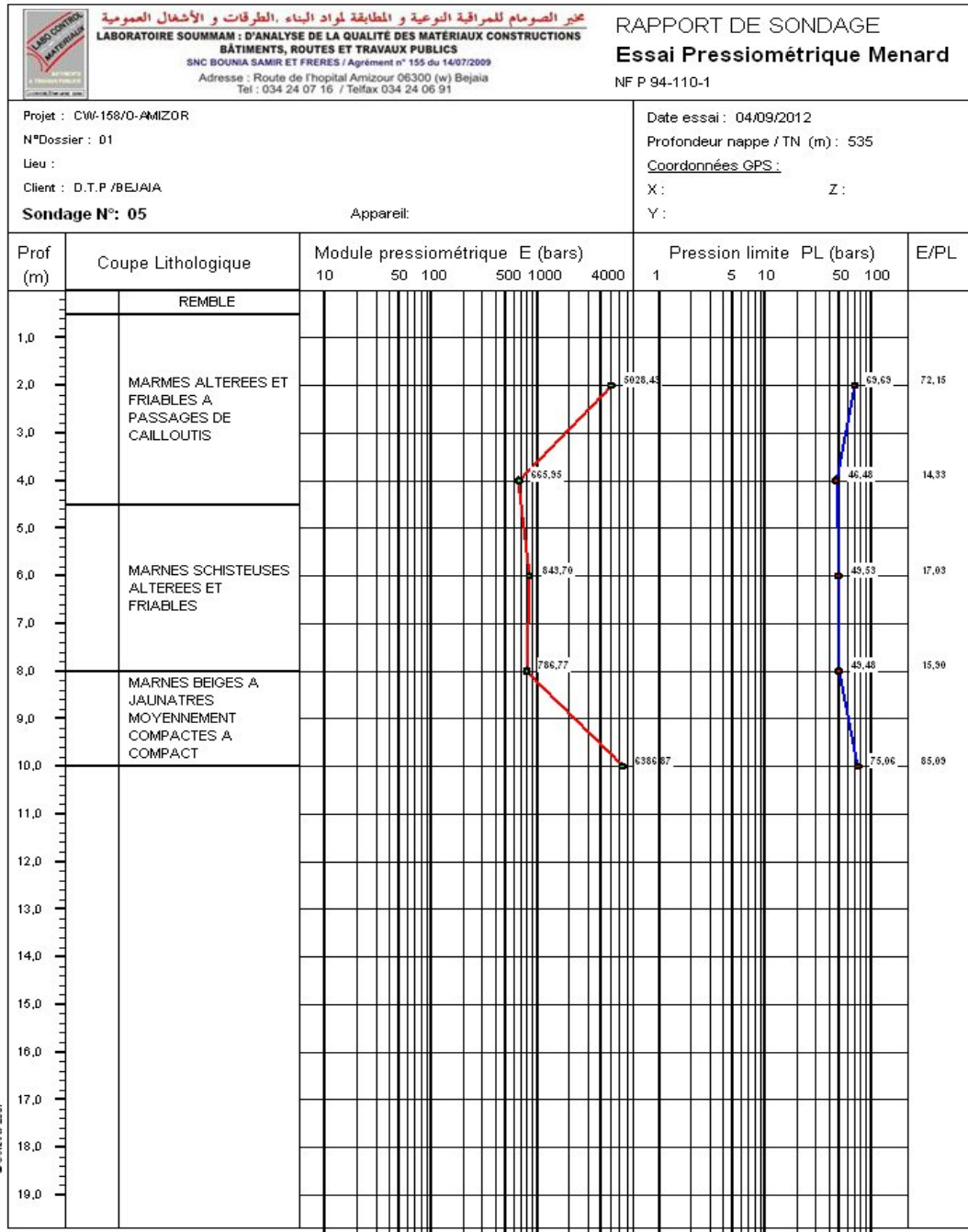
## ❖ PK 7+100 :

 LABORATOIRE SOUMMAM : D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIEAUX CONSTRUCTIONS BÂTIMENTS, ROUTES ET TRAVAUX PUBLICS SNC BOUSSA SABER ET FRÈRES / Agrément n° 155 du 14/07/2009 Adresse : Route de l'hôpital Amizour 06300 (w) Bejaïa Tél : 034 24 07 16 / Telfax 034 24 06 91		RAPPORT DE FORAGE Sondage : N°01															
Projet : MODERNISATION DE CW158SUR 27kms DU PK 0+000 AU PK 27+000				Dossier N° : 008.EG.2012													
Endroit : PK 07+100				Client : TECHNIQUE CONSEIL													
Date début : Date fin : Profondeur forée (m) : 11 Niveau d'eau (m) :		Coordonnées GPS : X : Y : Z :		Bous de forage : Type forage : Foreuse :													
				Etat des échantillons : Intact <input type="checkbox"/> Remanié <input type="checkbox"/> Paraffiné <input type="checkbox"/> Roche <input type="checkbox"/>													
Échelle (m)	Élévation (m)	Profondeur (m)	Récupération	SPT (N1+1/2)	ROD	Tubage	Carottier	État	Profondeur Echantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION		ESSAIS DE LABORATOIRE			
0.50	0.50											Remblais					
1.0	1.50											argiles marneuses graveleuses à caillouteuses					
2.0	2.00											marnes schisteuses altérées et friables					
3.0	2.50											Marnes compactes à marno calcaires à filonnets de calcite					
4.0	3.00																
5.0	3.50																
6.0	4.00																
7.0	4.50																
8.0	5.00																
9.0	5.50																
10.0	6.00																
11.0	6.50																
12.0	7.00																
13.0	7.50																
14.0	8.00																
15.0	8.50																
16.0	9.00																
17.0	9.50																
REMARQUES :												TYPE D'ECHANTILLON : CR : Carotte à sols TR : Tube à paroi fine PS : Tube à paroi fine CR : Tube carottier TO : Tube ouvert		ABRÉVIATIONS : AD : Analyse granulométrique D : Détermination de L : Unités d'Allenberg (N1, IP) W : Teneur en eau PV : Poids volumique (G, Gv) AC : Analyse chimique		C B : Cisaillement rectiligne TR : Cisaillement Triaxial RC : Résistance à la compression O B : Essai oedométrique GL : Gonflement libre R : Perte à l'imbibition	
Préparé par :				Vérifié par :				13/12/2012				Page : 1 de 1					



## 2. Essai pressiometrique

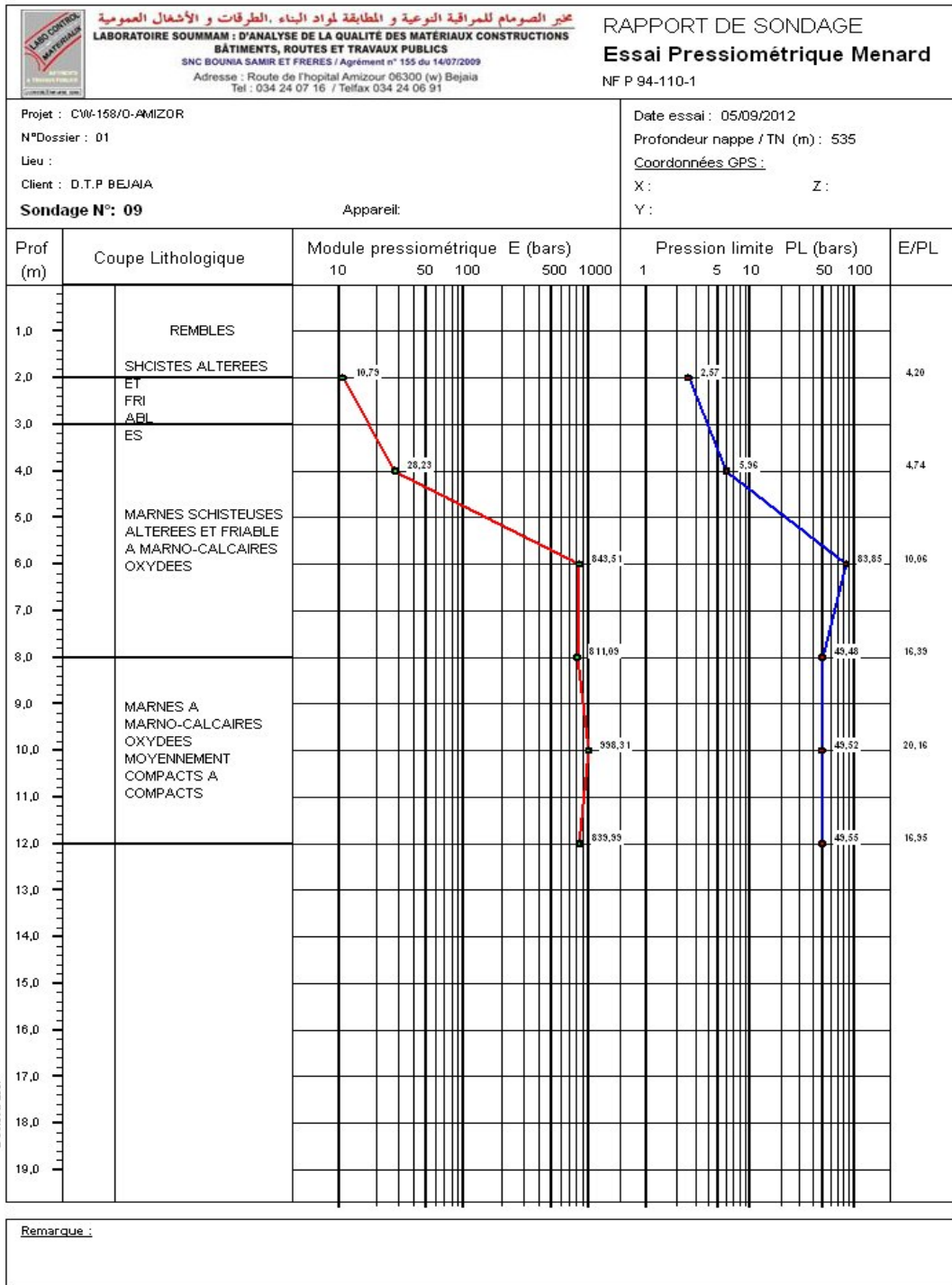
❖ PK 3+500 :







❖ PK 07+100 :


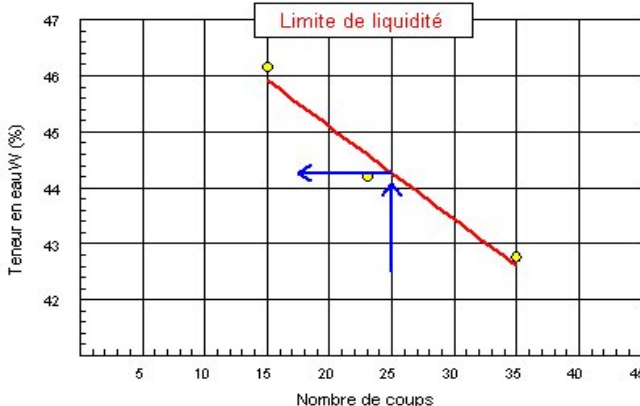
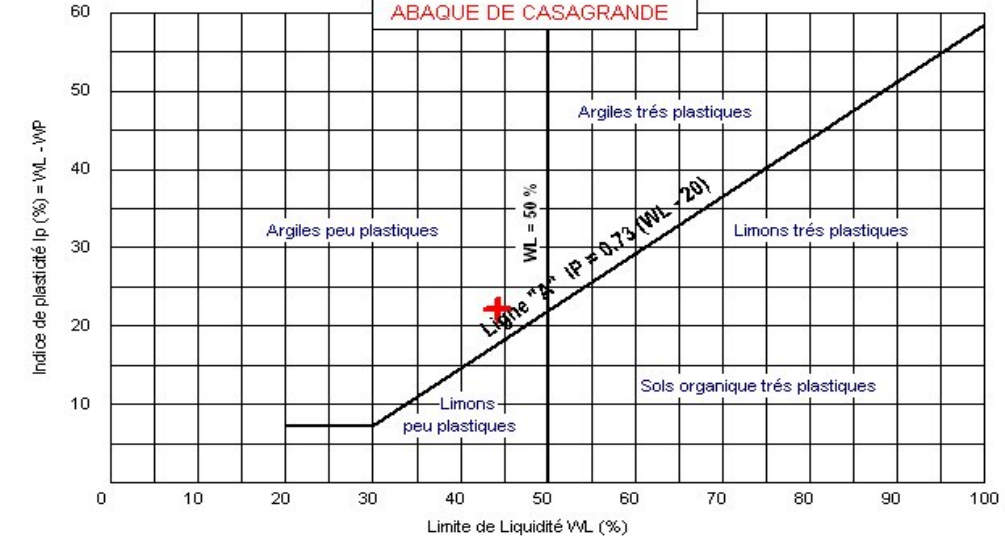





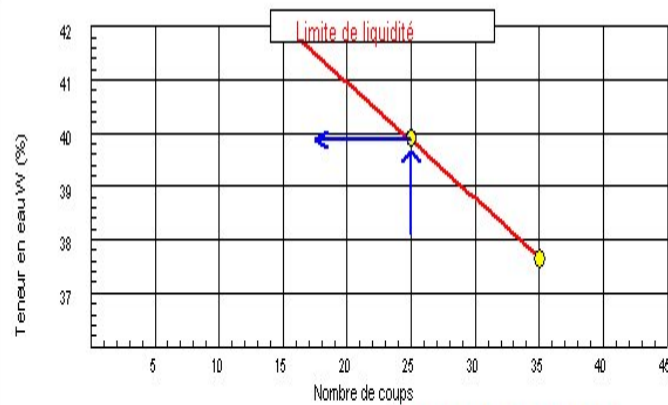
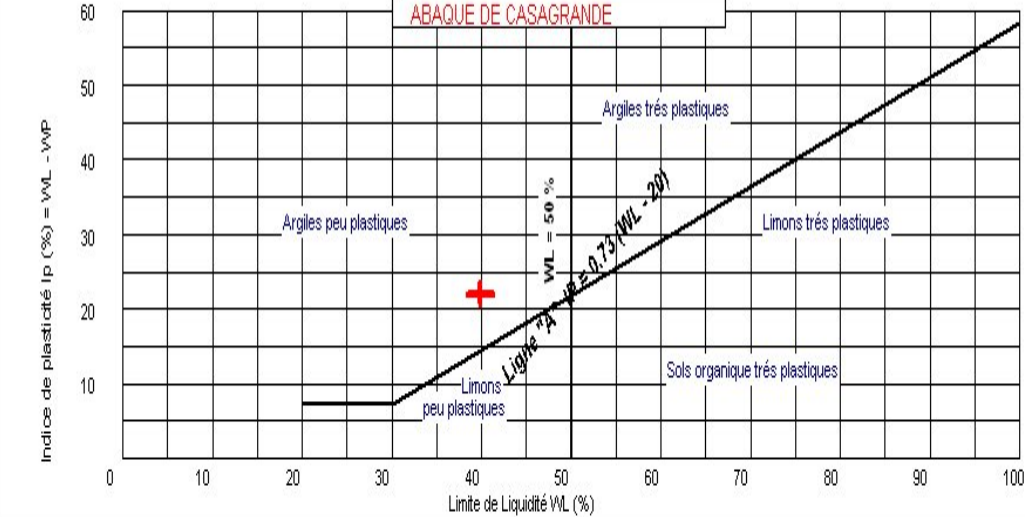
# ESSAIS AU LABORATOIRE :

## Limite d'Atterberg :

❖ Pk 3+500

	<p>مخبر الصوامم للمراقبة النوعية و المطابقة لمواد البناء، الطرق و الأشغال العمومية</p> <p><b>LABORATOIRE SOUMMAM : D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIEAUX CONSTRUCTIONS</b></p> <p>BÂTIMENTS, ROUTES ET TRAVAUX PUBLICS</p> <p>SNC BOUNIA SAMIR ET FRERES / Agrément n° 155 du 14/07/2009</p> <p>Adresse : Route de l'hôpital Amizour 06300 (w) Bejaia Tel : 034 24 07 16 / Telfax 034 24 06 91</p>	<p><b>RAPPORT D'ESSAI</b></p> <p><b>Limites d'Atterberg</b></p> <p><b>IIF P 94-051</b></p>													
<p><b>Client : DLEP</b></p> <p><b>Projet : Residence universitaire 3000 lits</b></p> <p><b>Endroit : Amizour</b></p>		<p><b>N° Projet : 051.ES.2011</b></p>													
<p>Sondage n° : SN°01</p> <p>Profondeur : 7.00- 8.40m</p> <p>Nature : Argile</p>		<p>Date essais : 02/02/2012</p>													
<p><b>Limite de Liquidité (%) : WL = 44,26</b></p> <p><b>Limite de Plasticité (%) : WP = 22,13</b></p> <p><b>Indice de Plasticité (%) : IP = 22,13</b></p>		<p><b>Teneur en eau naturelle (%) : Weau = 18,91</b></p>													
	<p style="text-align: center;"><b>Limite de plasticité</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ech N°</th> <th>W (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>22,56</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>21,88</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>21,95</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Ech N°	W (%)	1	22,56	2	21,88	3	21,95						
Ech N°	W (%)														
1	22,56														
2	21,88														
3	21,95														
<p><b>ABAQUE DE CASAGRANDE</b></p> 															
<p>Remarque :</p>															
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par :</p>	<p>Date :</p>													

❖ PK 06+100 :

	<p style="text-align: center;"><b>محرر الصومام للمعالجة الروعية و المطابقة لمواد البناء، الطرقات و الأشغال العمومية</b>  <b>LABORATOIRE SOUMMAM : D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIEAUX CONSTRUCTIONS</b>          BÂTIMENTS, ROUTES ET TRAVAUX PUBLICS          SNC BOUNIA SAMIR ET FRÈRES / Agrément n° 155 du 14/07/2009</p>	<p><b>RAPPORT D'ESSAI</b>  <b>Limites d'Atterberg</b>          IIF P 94-051</p>																
<p><b>Client :</b> S.E.T SETIF  <b>Projet :</b> MODERNISATION DU CW 14 SUR 32.5km ENTRE LA RN24 ET RN12  <b>Endroit :</b> BENI K'SILA</p>	<p>Adresse : Route de l'hôpital Amizour 06300 (w) Bejaia          Tel : 034 24 07 16 / Telfax 034 24 06 91</p>	<p>N° Projet : 07.EG.2012</p>																
<p>Sondage n° : SC N° 01 (Rive droite)          Profondeur : 1.90-2.30m          Nature :</p>	<p>Date essais : 06/05/2012</p>																	
<p><b>Limite de Liquidité (%) : WL = 39,86</b>  <b>Limite de Plasticité (%) : WP = 17,84</b>  <b>Indice de Plasticité (%) : IP = 22,02</b></p>		<p><b>Teneur en eau naturelle (%) : Weau = 12,41</b></p>																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;">  <p style="text-align: center;">Limite de liquidité</p> </div> <div style="width: 35%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Limite de plasticité</th> </tr> <tr> <th>Ech N°</th> <th>W (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>17,81</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17,92</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>			Limite de plasticité		Ech N°	W (%)	1	17,81	2	17,92	3	18						
Limite de plasticité																		
Ech N°	W (%)																	
1	17,81																	
2	17,92																	
3	18																	
 <p style="text-align: center;">ABAQUE DE CASAGRANDE</p>																		
<p>Remarque :</p>																		
<p>Préparé par : H.Ouadi</p>	<p>Approuvé par : A.DJOUDER</p>	<p>Date : 06/05/2012</p>																

© 2007