



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et d'Hydraulique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Travaux public
Voies et Ouvrages d'Art

Réf. : V14/2018

Présenté et soutenu par :
GUESMIA Zakaria

Le : lundi 25 juin 2018

Etude d'une liaison EL Haouche-EL Feidh

Jury :

Dr.	REMADNA Mohamed Saddek	MCA	Université de Biskra	Président
Dr.	BEN AMMAR Ben Khadda	MCA	Université de Biskra	Examineur
Dr.	KHELIFA Tarek	MCB	Université de Biskra	Rapporteur

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

C'est d'abord à Dieu Tout Puissant que j'adresse mes remerciements pour avoir guidé mes pas dans le bon chemin et qui m'a permis de mener mon travail à bon port.

Mes pensées vont ensuite à mes Parents qui, depuis le début, m'ont témoigné leurs confiances et m'ont manifesté leurs soutiens.

A mon Enseignant et Encadreur Dr. KHELIFA TAREK, je souhaite exprimer ma haute gratitude pour ses conseils précieux et son soutien de tous les jours.

A tous ceux qui m'ont bien accueilli, bien conseillé, à ceux qui, par leur sourire ou par leur poignée de mains, m'ont encouragé, je dis un grand Merci.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

Guesmia Zakaria

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À... Ma très chère mère

A Mon très cher père

A mes frères : Redouane et Yaakoub

A mes sœurs : Sara et Kaouthar

A Toute ma famille

A Mes amis

A toute la promotion VOA 2018

Et ceux qui m'ont aidé durant ma formation.

Guesmia Zakaria



RESUME

Le présent travail se propose d'aboutir à une étude complète d'un tronçon routier il s'agit de la liaison El Haouche - El Feidh , sur environ de 4.5 Km dans une zone inondable

On a fait une étude géotechnique pour connaitre toutes les caractéristiques de notre sol support et on à proposé des solutions avec techniques de renforcement par géosynthétique puisque le terrain de notre projet est situé dans un chott

Ce projet, dans ses grandes phases, est constitué de :

- ✚ La conception géométrique de la route (Trace en plan, profil en long et profil en travers par logiciel AutoPISTE)
- ✚ La conception structurale (composée de l'étude du trafic et dimensionnement de la Chaussée).
- ✚ Etude géotechnique

ملخص

إن هذا العمل يهدف إلى تحقيق دراسة كاملة من مقطع الطريق ويتعلق بالطريق الرابط بين مدينتي الحوش والفيض على مايقارب 4.5 كم في منطقة معرضة للفيضانات

قمنا بدراسة حيوتقنية لمعرفة كافة خصائص أرضية المشروع واقترحنا حلول باستخدام تقنيات الدعم عن طريق الجيوسنتيتيك لان أرضية مشرونا تقع في شط

يتكون هذا المشروع في مراحل الرئيسية من:

- ✚ التصميم الهندسي للطريق (الإسقاط الأفقي ، المقطع الطولي و المقطع العرضي بواسطة برنامج (Autopiste
- ✚ التصميم الهيكلي (يتكون من دراسة حركة المرور و قياسات حجم الطريق)
- ✚ دراسة جيوتقنية

Sommaire

Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01

CHAPITRE I : Présentation de projet

I.1. Présentation de la wilaya	02
I.2. Situation de la Traversée	04
I.3. Objectif de l'étude	07

CHAPITRE II : Etude du trafic et Dimensionnement du corps de chaussée

II. 1. Introduction	08
II.2. Effet du trafic	08
II .3. Définition de la capacité	08
II .4. Application au projet	12
II .5. Conclusion	15
II.6. Introduction	16
II. 7. La chaussée	16
II. 8. Méthodes pratiques et démarche de dimensionnement	16
II. 9. Application au projet	18
II. 10. Conclusion	25

CHAPITRE III : Enduit superficiel

III. 1. Définition	26
III. 2 . Rôle	26
III. 3. Les constituants	27
III. 4. Les types d'Enduits Superficiels	29

III. 5. Conclusion	31
---------------------------	----

Partie géométrique

CHAPITRE IV : Trace en plan

IV .1. Définition	32
IV .2. Règles à respecter dans le tracé en plan	32
IV .3. Les éléments de trace en plan	33
IV .4. Tableau description du tracé en plan proposé	36

CHAPITRE V : Profil en long

V .1. Définition	39
V .2. Les éléments de composition du profil en long	39
V .3. Raccordements circulaires	40
V .4. Caractéristiques des rayons en long	42
V .5. Déclivité	42
V.6. Conclusion	43

CHAPITRE VI : Profil en Travers

I.1. Définition	44
V I .2. Eléments constitutif	44
V I .3. Différent type de profils en travers	46
V I .4. Application au projet	46

Partie géotechnique

CHAPITRE VII : Propriété de sol

VII .1. Objectifs de l'étude géotechnique	47
VII .2. Les Essais	47

VII .3. Propriété de sol	47
VII .4. Classification selon GTR (Guide des Terrassements Routiers)	50
VII. 5. Conclusion	58

CHAPITRE VIII : Les cas similaires

VIII .1. Définitions et types des géosynthétiques	59
VIII .2. Recherche bibliographique sur des cas similaires	61

CHAPITRE IX : Solutions proposées

IX .1. Introduction	73
IX .2. Solutions proposées	73
IX .3. Conclusion	76

CHAPITRE X : Les ouvrages de drainage

X .1. Introduction	78
X .2. Définition	78
X .3. Dalot	78
X. 4. Buse	80
X. 5. Réalisation du projet	82
X. 6. Conclusion	83
Devis Quantitatif et Estimatif	84
Conclusion général	85
Bibliographie	
Annexe	

LISTE DES FIGURES

Figure. I.1 : Localisation de la Wilaya de Biskra	02
Figure I.2 : Réseau routier de la wilaya de Biskra	03
Figure II .1 : Choix de dimensionnement (1ère variante)	20
Figure II .2 : Epaisseur du corps de chaussée CBR (2ème variante)	22
Figure II .3 : Choix de dimensionnement (2ème variante)	24
Figure II .4 : Résultats par alize LCPC	24
Figure II .5: Résultats par alize LCPC	25
Figure III.1 : Mise en place du L'enduit superficiel	26
Figure III.2 : Structure monocouche simple gravillonnage	29
Figure III.3 : Structure bicouche	29
Figure III.4 : Structure Monocouche Double Gravillonnage	30
Figure III.5 : Structure Monocouche prégravillonnée	30
Figure IV.1 : Tracé en plan	32
Figure IV.2 : les éléments du tracé en plan	33
Figure IV.3 : Raccordement par la Clothoïde	35
Figure V.1 : exemple d'un profil en long	39
Figure V.2 : Raccordement concave et convexe	41
Figure V I.1 : Les éléments du profil en travers	44
Figure V I.2 : différents types de profil en travers	46
Figure VIII. 1 : Types des géosynthétiques	59
Figure VIII. 2 : Fonctions des géosynthétiques	60
Figure VIII. 3 : Tracée de la route entre M'Cif et Ain El Khadra	61
Figure VIII .4: Conception du remblai intégrant les géosynthétiques	63
Figure VIII. 5 : L'image satellitaire montre la zone saline	66
Figure VIII. 6: coupe transversal du matlat drainante	68
Figure VIII. 7: la section à protéger contre les remontées d'eaux salines	69
Figure VIII. 8: canalisation utilisé (Tube PVC perforé)	70
Figure IX.1 : protection de talus remblai (enrochement)	73
Figure IX .2 : Profil en travers type (Zone saline et inondable)	77
Figure X.1 : dalot	78

LISTE DES PHOTOS

Photo. I.1 : Localisation de la route nationale 83	04
Photo. I.2 : Début du projet	05
Photo. I.3 : Fin du projet	05
Photo. I.4 : Situation du projet	06
Photo. II.1 : Route à 2 voies de 3.5 m	15
Photo. VII .1 : le terrain de notre projet	48
Photo. VIII. 1 : Etat de la surface du sol	62
Photo. VIII. 2 : Mise en place du géotextile	64
Photo. VIII .3 : Mise en place du géogrille	64
Photo. VIII. 4 : Mise en place des conduites PEHD (a) et protection des talus (b)	65
Photo. VIII .5 : photo montrant la présence de sel	66
Photo. VIII. 6 : Mise en place du géotextile (AS25)	70
Photo. VIII. 7 : Mise en place d'un matériau granulaire (20/40 ou 25/50)	71
Photo. VIII. 8 : la couverture par le géotextile	71
Photo. IX. 1 : décapage de la terre végétale	74
Photo. IX. 2 : Pose des Géotextiles de séparation	74
Photo. IX .3 : Mise en place de la 1 ^{ère} couche du remblai	75
Photo. IX .4 : Mise en place de géogrille	75
Photo. IX .5 : pose des couches de remblai sur la géogrille et compactage	76
Photo. X.1 : Dalot portique	79
Photo. X.2 : Dalot cadre	79
Photo. X.3 : Buses en béton	80
Photo.4 : Buses métalliques	81
Photo.5 : Canalisation PEHD	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Coefficient D'équivalence « P »	09
Tableau II.2 : Valeur de K1 en fonction de l'environnement	10
Tableau II.3 : Valeur de K2 en fonction de l'environnement et de la catégorie	11
Tableau II.4 : Valeur de la capacité théorique	11
Tableau II.5 : Les coefficients d'équivalence	17
Tableau II.6 : résultat de dimensionnement par la méthode CBR (variante 1)	18
Tableau II.7 : classe TPL_i pour RP2	19
Tableau II.8 : les classes de portance des sols	19
Tableau II.9 : résultat de dimensionnement par la méthode CBR (variante 2)	22
Tableau IV.1: rayons du tracé en plan	34
Tableau V.1 : Rayons en long	42
Tableau VII. 1: les caractéristiques de sol	49
Tableau VII. 2 : classification des matériaux utilisés pour la construction des remblais (classeA)	50
Tableau VII. 3 : sous classe des matériaux utilisés pour la construction des remblais(A1)	51
Tableau VII. 4 : Conditions d'utilisation des matériaux(A ₁) en remblai	53
Tableau VII .5: représente le code E G W T R C H	54
Tableau VIII .1 : les résultats des essais chimiques	67
Tableau VIII .2 : les résultats des essais de plaque	67

Introduction générale



INTRODUCTION GENERALE

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




La route a pour but de permettre la circulation en toute saison, dans des conditions suffisantes et aussi durables que possible de confort et de sécurité

La faible portance du sol, l'inondation du site en hiver, la forte agressivité et la présence de sel ont posé de sérieuses difficultés pour la réalisation de la route de notre projet

Pour cela on a proposé des solutions pour l'utilisation de route d'une manière sécurisante telle que l'utilisation des géotextiles et des géogrilles ...etc.

Le travail qu'on élaborera consiste à étudier un tronçon routier de la liaison « El Haouche - El Feidh » situé à l'est de la wilaya de Biskra qui est constituée de 550 Km des Routes nationales (RN 3, RN 46, RN 31, RN 87, RN 78 et RN 83), notre projet se trouve au sud de la **RN 83**, relie Biskra à Khangat sidi Nadji, sur une longueur de 4.5 Km franchissant une zone inondable.

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

-  Compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation
-  S'intégrer au monde du travail
-  Connaitre les missions et les responsabilités d'un ingénieur

Les différentes phases d'étude de ce projet seront présentées et discutées en détails dans la suite de notre travail.

CHAPITRE I

Présentation de projet



I.1. Présentation de la wilaya

- La wilaya de **Biskra** est située au sud-est de l'Algérie aux portes du Sahara, limitée au Nord par la wilaya de Batna, au sud par la wilaya d'Ouargla, à l'est par la wilaya de Khenchela au nord ouest par la wilaya de M'Sila , à l'ouest par la wilaya de Djelfa, au sud-est par la wilaya d'El Oued.
- Sa superficie est estimée à **21671,20 km²** et compte une population de **721356** habitants (Estimation2008), elle compte **12** Dairas et **33**communes.



Figure. I.1. Localisation de la Wilaya de Biskra

✓ **La constitution du réseau routier à Biskra est :**

- Routes nationales = **550 Km.**
- Chemins de wilaya = **482Km.**
- Chemin communaux = **1.157 Km.**

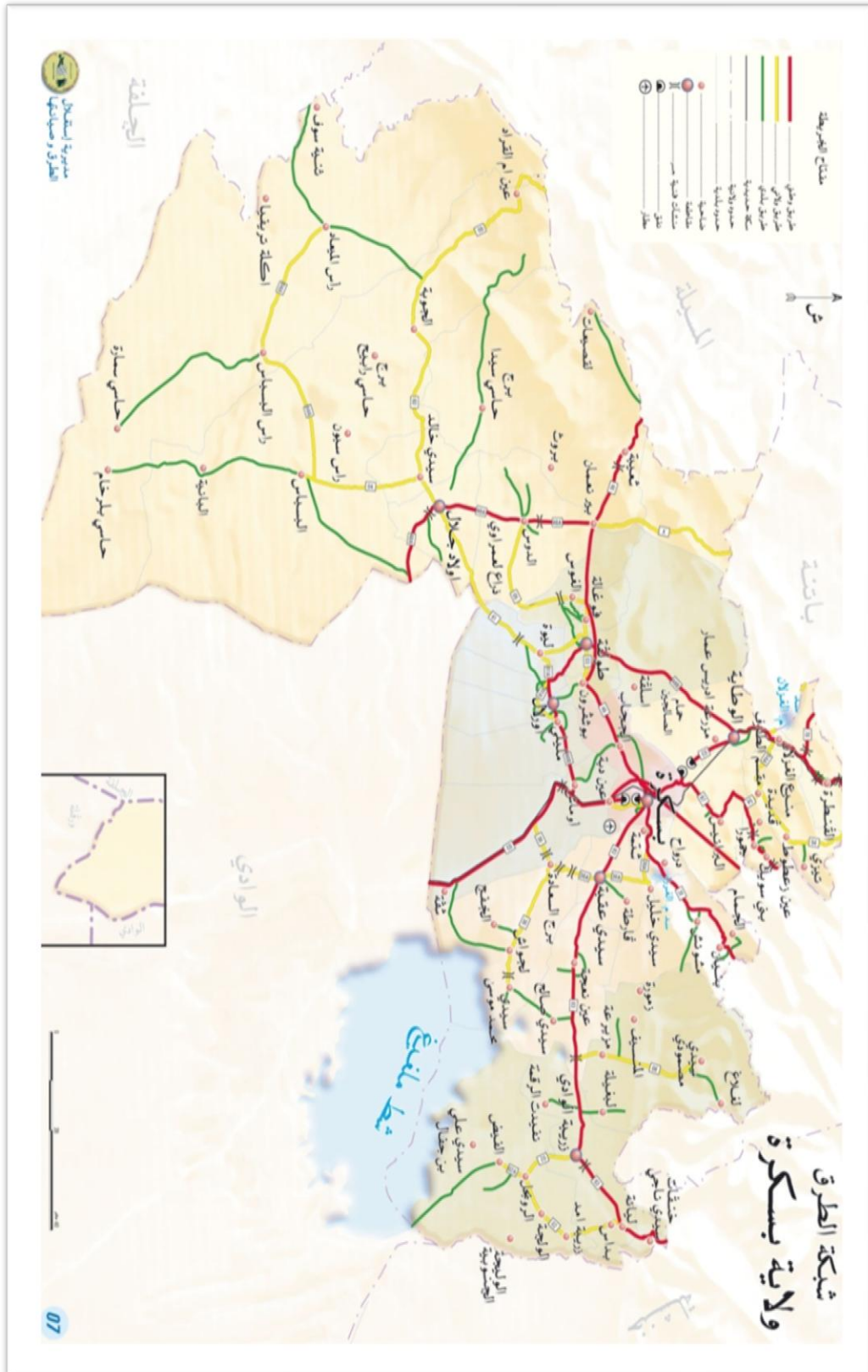


Figure I.2. Réseau routier de la wilaya de Biskra.

I.1. 1.Routes nationales traversant la wilaya de Biskra

- RN 3 (Kantara-Biskra-Stil)
- RN 83 (Biskra-Sidi Okba –Zribet El oued- Khanga)
- RN 46 (Biskra-Tolga-Chaiba)
- RN 31 (Biskra-Arris)
- RN 87 (Biskra-Branis Djamorah)
- RN 78 (Branchement vers Barika)

I.2.Situation de la Traversée

Cette étude consiste à relier la commune d'EL Haouche à la commune d'EL FEIDH à partir de Sidi Mohamed Moussa. La liaison entre El Haouche et El Feidh se trouve au sud de RN83

➤ Présentation de la route nationale 83 (RN83)

La route nationale 83 d'une distance de **107Km** relie les deux wilayas Biskra et Kanchla, en passant par Biskra- Sidi Okba –Ain Naga –Zeribet El Oued et Khenguet Sidi Nadji

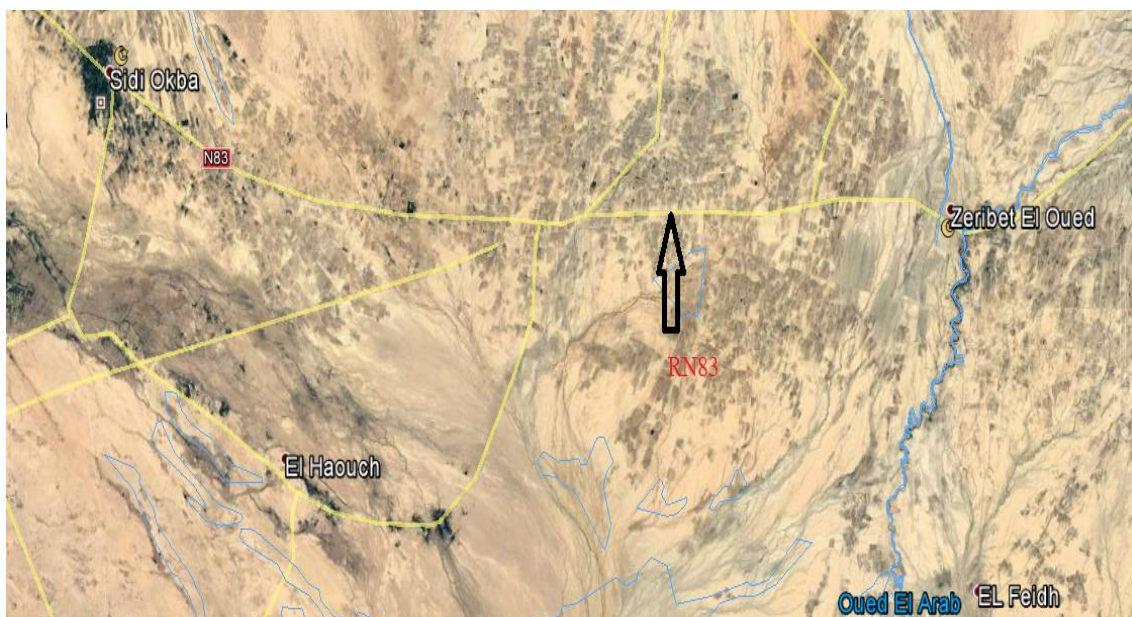


Photo. I.1 : Localisation de la route nationale 83

Notre projet concerne L'Etude de la liaison EL Haouche-EL Feidh dans la wilaya de Biskra du CW36A PK 41 jusqu'à CW2A PK 12



Photo. I.2 : Début du projet

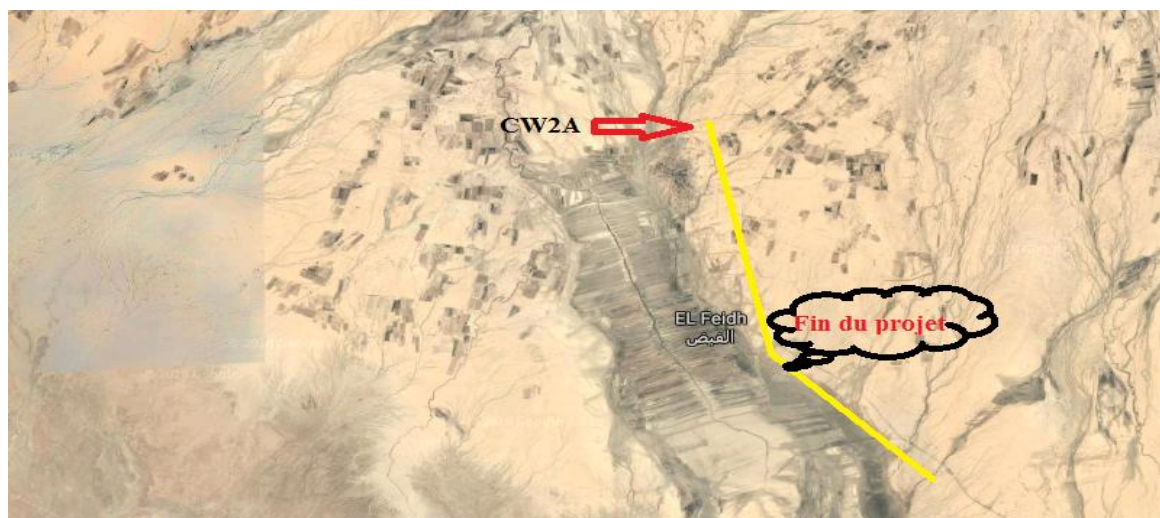


Photo. I.3 : Fin du projet

Le projet passe par des terrains apparemment inondables et non stables, est situé dans un terrain très plat (60% du tracé est situé à niveau inférieure au niveau de la mer un niveau compris entre -4 et -20 m). Le terrain naturel présente des remontées de sel visible à l'œil nue (trace blanchâtre)

Il est délimité par deux chemins de wilaya le CW2A et le CW36A les principaux oueds que le tracé devra franchir sont :

- Oued Arab
- Oued Abderrahmane
- Oued Haguef
- Oued Mziraa.

Tous ces oueds importants se jettent dans le bassin « chott melghigh ». Le tracé est situé à 4 km des limites de Chott Melghighe.

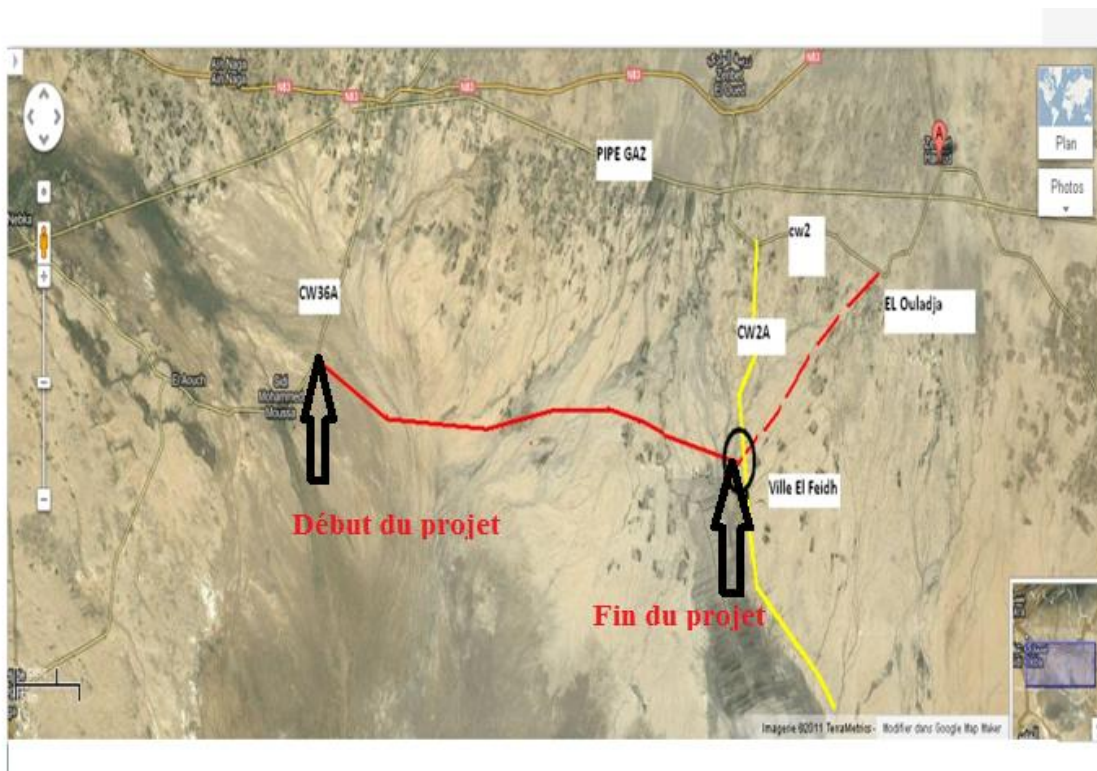


Photo. I.4 : Situation du projet

Cette section à étudier sur une longueur de **35km** et trafic journalier moyen estimé à l'ordre **1000 v /j**

- Le pourcentage du poids lourds est **35%**.
- La liaison peut être classée dans la catégorie 3(**C3**) : liaison entre chef lieu de wilaya
- Le projet concerné est implanté dans un site plat ce qui correspond à l'environnement **E1**
- la vitesse de base du projet est estimée à **100 Km/h**

I.2.1. Situaion actuelle

Actuellement il n'ya aucune circulation dans cette zone exceptée les riverains qui exploitent des parcelles agricoles.

I.3. Objectif de l'étude

Notre objectif de ce projet est :

- le désenclavement de plusieurs grands périmètres qui actuellement ne sont pas exploités à cause de l'absence de piste carrossable.
- L'idée recherchée est de réaliser une route dans une zone inondable en cherchant le chemin le plus court et le moins couteux.
- La réalisation de cette route pourra aider à un développement rural agricole et pastoral surtout que cette région englobera plusieurs communes et localités telles que : (El Haouche, Aïn Nagua , Zeribet El Oued ,NFidet Ergma et EL Feidh)
- Mettre en valeur les terrains existant

CHAPITRE II

**Etude du trafic
Et
Dimensionnement
Du corps de chaussée**



Etude de trafic

II. 1. Introduction

L'étude du trafic 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.

II.2. Effet du trafic

Le trafic intervient sous deux formes :

En tant que **Quantité** de véhicules (débit de véhicules passant par une route), cette donnée principale le permet de dimensionner géométriquement la route pour pouvoir contenir un débit enregistré (largeur de chaussée, type de revêtement, niveau de service)

En tant que **Charge** c'est la sollicitation qui permet de dimensionner la chaussée pour pouvoir supporter les charges générées par le trafic enregistré.

II .2.1. Agressivité du trafic

L'agressivité du trafic c'est l'effet négatif des charges sur la route et qui se traduit par des dégradations sur la couche de roulement et la faiblesse du corps de chaussée.

II .2.2.Pourcentage des poids lourds (%PL)

C'est la quantité de véhicules de catégorie poids lourds passant par un itinéraire d'étude par rapport à l'ensemble des véhicules de toute catégorie passant par ce même itinéraire

II .3. Définition de la capacité

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire

II .3.1. Trafic à un horizon donné

Du fait de la croissance annuelle du trafic, le TJMA évolue d'une année à l'autre
 Suivant la formule :

$$TJMA_h = TJMA_0 (1+t)^n$$

Avec :

TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

t : taux d'accroissement du trafic (%).

II .3.2. Calcul de Trafic effectif

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (**U.V.P**) en fonction de, type de route et de l'environnement; pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **PL** en (**U.V.P**).

Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z] TJMA_h$$

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route et l'environnement.

<i>Routes</i>	<i>E₁</i>	<i>E₂</i>	<i>E₃</i>
<i>2 voies</i>	3	6	12
<i>3 voies</i>	2.5	5	10
<i>4 voies et plus</i>	2	4	8

Tableau II.1 : Coefficient d'équivalence « P ».

II.3.3. Débit de pointe horaire normal

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

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

Avec:

Q: débit de pointe horaire.

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

T_{eff}: trafic effectif.

II .3.4. Débit horaire admissible

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

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

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : capacité effective par voie qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Avec :

Valeur de K1 : La valeur de k1 est en fonction de l'environnement.

Valeur de K2 : La valeur de k2 est en fonction de l'environnement et de la catégorie de la route.

Valeur de C_{th}: dépend de la largeur de chaussée et le dégagement latéraux.

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0.75	0.85	0.90à0.95

Tableau II.2 : Valeur de K1 en fonction de l'environnement

		Catégorie de la route				
environnement	1	2	3	4	5	
E ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
E ₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	
E ₃	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96	

Tableau II.3 : Valeur de K2 en fonction de l'environnement et de la catégorie

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

Tableau II.4 : Valeur de la capacité théorique

II.3.5. Calcul du nombre de voies

- **Chaussée bidirectionnelle**

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir : $Q \leq Q_{adm}$

- **Chaussée unidirectionnelle**

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

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

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

Q_{adm} : débit admissible par voie.

II .4. Application au projet

❖ Remarque

Par manque d'une étude spécifique sur trafic vu que le tronçon est nouveau nous proposons deux variantes

➤ Les données du 1ère variante

- Le trafic à l'année 2018 $TJMA_{2018}$ (l'année de référence 2018) = **700 (v/j)**
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $VB = 100$ (Km/h).
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 20 \%$.
- L'année de mise en service sera en **2020**
- La durée de vie estimée est de **15 ans**.

II .4.1. Projection future de trafic

- Trafic de l'année mise en service (2020) :

$$\begin{aligned} TJMA (2020) &= (1+t)^2 \times TMJA (2018) \\ &= (1+0.04)^2 \times 700 \end{aligned}$$

$$TJMA (2020) = 757 \text{ V/J}$$

- Trafic à l'année horizon (2035) :

$$\begin{aligned} TJMA (2035) &= (1+t)^{15} \times TMJA (2020) \\ &= (1+0.04)^{15} \times 757 \end{aligned}$$

$$TJMA (2035) = 1363 \text{ V/J}$$

II .4.2. Calcul du trafic effectif

- Trafic effectif à l'année horizon :

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= ((1-Z) + PZ) \times TMJA (2035) \\ &= ((1-0.20) + 3 \times 0.20) \times 1363 \end{aligned}$$

$$T_{\text{eff}} = 1908 \text{ uvp/j}$$

II .4.3. Débit de pointe horaire normal

$$Q = 1/n \times T_{\text{eff}} \quad \text{avec } (1/n) = 0.12$$

Année horizon :

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff } 2035} = 0.12 \times 1908$$

$$Q = 229 \text{ uvp/h}$$

II .4.4. Debit admissible

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{\text{adm}} = K1.K2.C_{\text{th}}$$

Notre projet est situé en environnement E1 et classé en catégorie C3 donc on prend:

$$K1 = 0.75 \text{ pour (E1)}$$

$$K2 = 1 \text{ pour (E1, C3)}$$

Pour une route à 2 voies donc $C_{\text{th}}=1500$ à 2000 uvp/h on prend $C_{\text{th}} = 1800$ uvp/h

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 1800$$

$$Q_{\text{adm}} = 1350 \text{ uvp/h}$$

II .4.5. Le nombre des voies

$$Q_{\text{adm}} > Q \quad 1350 > 229 \quad \Rightarrow \text{ la route à 2 voies de } \mathbf{3.5 \text{ m}}$$

➤ Les données du 2ème variante :

- Le trafic à l'année 2018 $TJMA_{2018}$ (l'année de référence 2018) = 1000 (v/j)
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 5\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 100$ (Km/h).
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 35\%$.
- L'année de mise en service sera en 2020
- La durée de vie estimée est de 15 ans.

II .4.6.Projection future de trafic

- Trafic de l'année mise en service (2020) :

$$TJMA (2020) = (1+t)^2 \times TMJA (2018) = (1+0.05)^2 \times 1000$$

$$TJMA (2020) = 1103 \text{ V/J}$$

- Trafic à l'année horizon (2035) :

$$TJMA (2035) = (1+t)^{15} \times TMJA (2020) = (1+0.05)^{15} \times 1103$$

$$TJMA (2035) = 2293 \text{ V/J}$$

II .4.7.Calcul du trafic effectif

- Trafic effectif à l'année horizon :

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= ((1-Z) + PZ) \times TMJA (2035) \\ &= ((1-0.35) + 3 \times 0.35) \times 2293 \end{aligned}$$

$$T_{\text{eff}} = 3898 \text{ uvp/j}$$

II .4.8.Débit de pointe horaire normal

$$\begin{aligned} Q &= 0.12 \times T_{\text{eff} 2035} \\ &= 0.12 \times 3898 \end{aligned}$$

$$Q = 468 \text{ uvp/h}$$

II .4.9.Débit admissible

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 1800$$

$$Q_{\text{adm}} = 1350 \text{ uvp/h}$$

II .4.10.Le nombre des voies

$Q_{adm} > Q$ $1350 > 468$ \Rightarrow la route à 2 voies de **3.5 m**

II .5. Conclusion

On propose une route à 2 voies de 3.5 m chacun comme suite :

Largeur de chaussée : 7.00 m

Accotements : 2×1.50 m

Plate forme : 10.00 m



Photo II.1 : Route à 2 voies de 3.5 m

Dimensionnement de chaussée

II.6. Introduction

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie.

II. 7. La chaussée

II. 7.1. 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.

II. 8. Méthodes pratiques et démarche de dimensionnement

II. 8.1. Méthode C.B.R (California -Bearing - Ratio)

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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

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

Avec :

e: épaisseur équivalente

P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)

I: indice CBR (sol support)

Log: logarithme décimal

N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

Où : a_1, a_2, a_3 : sont des coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

➤ **L'épaisseur équivalente :**

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des différentes qualités mécaniques des couches de matériaux.

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence relatifs à chaque matériau :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2,00
Grave ciment – grave laitier	1,50
Sable ciment	1,00 à 1,20
Grave concasse ou gravier	1,00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0,75
Sable	0,50
Grave bitume	1,60 à 1,70
Tuf	0,70 à 0,80

Tableau II.5 : Les coefficients d'équivalence

II. 8.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP)

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées.

II. 9. Application au projet

➤ 1ère variante

II. 9.1. Méthode CBR

- Donnée de l'étude :
 - Année de compactage : 2018
 - Mise en service : 2020
 - Durée de vie : 15 ans
 - Taux d'accroissement : $t = 4\%$
 - Pourcentage de poids lourds : $Z = 20\%$
 - $CBR = 3$

Trafic de l'année mise en service (2020) :

$$TJMA_{2020} = (1+0.04)^2 \times 700 = 757 \text{ v/j}$$

$$TPL = PL\% \times TJMA_{2020} = 0.20 \times 757 = 152 \text{ PL/j/sens.}$$

$$TPL = 152 \times 0.5 = 76 \text{ PL/j /sens}$$

$$N(\text{année horizon}) = 76 \times (1+0.04)^{15} = 137 \text{ PL /j/sens}$$

$$N(PL) = 137 \text{ PL/j/sens}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5 \left(75 + 50 \log \frac{137}{10} \right)}}{3+5} = 54.51 \text{ cm}$$

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GB	12	1,5	18
GNT	25	1	25
TOTAL	43	/	55

Tableau II.6 : résultat de dimensionnement par la méthode CBR (1ère variante)

II. 9.2. Par la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

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

TJMA₂₀₂₀ = 757 (v/j) < 1500 (v/j)

Notre axe a un **TJMA < 1500 v/j** ce qui implique que le réseau principale est **RP2**

- **Classe du trafic :**

TJMA₂₀₂₀ = 757 v/j t = 4% Z = 20%

TPL = TJMA₂₀₂₀ × Z × 0.5 = 76 PL/j/sens.

- classe TPL_i pour RP2 :

TPL_i	TPL₀	TPL₁	TPL₂	TPL₃
PL/j/sens	0-50	50-100	100-150	150-300

Tableau II.7 : classe TPL_i pour RP2

TPL = 76 PL/j/sens. ⇒ La classe de trafic est TPL₁

- **Détermination de la portance de sol – support de chaussée :**

portance (S_i)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Tableau II.8 : les classes de portance des sols

CBR=3 donc la classe de sol support et **S4**

- Classe de portances de sols supports pour le dimensionnement :

$$E(\text{MPa}) = 5 \times \text{CBR}$$

Classes de sol-support	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E(\text{MPa}) = 5 \times 3 = 15 \Rightarrow S_4$$

- ✓ Sur classement du support de **S4** à **S3** par l'utilisation d'une couche de forme en **TVO** épaisseur **35 cm**

- **Choix de dimensionnement :**

Notre projet a un **TJMA < 1500 v/j** ce qui implique le réseau principal est **RP2**, durée de vie de 15 ans, taux d'accroissement (**4%**), portance de sol et une classe de trafic (**TPL1**)

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (**fascicule3**) propose la structure suivante :

TPL ₂₀₂₀ (PL/j/s)	TPL _i	S _i	Epaisseur convertie en cm + structure
76	1	S3 25 Mpa	ES + 20 GNT+ 45 GNT + 35 TVO

TPL _i PL/j/sens	S _i	S3		S2		S1		S0	
		25 MPa	50 MPa	50 MPa	125 MPa	125 MPa	200 MPa	200 MPa	200 MPa
300	TPL3			ES 20 GNT 35 GNT		ES 20 GNT 15 GNT		ES 25 GNT	
150	TPL2	ES 20 GNT 50 GNT		ES 20 GNT 30 GNT		ES 20 GNT 15 GNT		ES 20 GNT	
100	TPL1	ES 20 GNT 45 GNT		ES 20 GNT 25 GNT		ES 15 GNT 15 GNT		ES 20 GNT	

Figure II.1: Choix de dimensionnement (1ère variante)

- **Calcul de déformation admissible sur le sol support :**

Coefficient d'agressivité : $RP_2 \implies GNT/GNT \implies A=0.6$

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

$$TCE_i = 76 \times \frac{(1+0.04)^{15} - 1}{0.04} \times 365 \times 0.6$$

$$TCE_i = 3.3 \times 10^5$$

$$\epsilon_{zadm} = 22 \times 10^{-3} \times TCE_i^{-0.235}$$

$$\epsilon_{zadm} = 1.11 \times 10^{-3}$$

$$\epsilon_z < \epsilon_{zadm} \implies 667.0 \times 10^{-6} < 1.11 \times 10^{-3} \text{ condition vérifier}$$

➤ 2ème variante

II. 9.3.Méthode C.B.R

- **Donnée de l'étude :**
 - Année de compactage : 2018
 - Mise en service : 2020
 - Durée de vie : 15 ans
 - Taux d'accroissement : $t = 5\%$
 - Pourcentage de poids lourds : $Z = 35\%$
 - CBR=3

Trafic de l'année mise en service (2020) :

$$TJMA_{2020} = (1+0.05)^2 \times 1000 = 1103 \text{ v/j}$$

$$TPL = PL\% \times TJMA_{2020} = 0.35 \times 1103 = 386 \text{ pl/j/sens.}$$

$$TPL = 386 \times 0.5 = 193 \text{ PL/j /sens}$$

$$N \text{ (années horizon)} = 193 \times (1+0.05)^{15} = 401 \text{ PL /j/sens}$$

$$N \text{ (PL)} = 401 \text{ PL/j/sens}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5 \left(75 + 50 \log \frac{401}{10} \right)}}{3+5} = 61.94 \text{ cm}$$

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	08	02	16
GB	14	1,5	21
GNT	25	1	25
TOTAL	47	/	62

Tableau II.9: résultat de dimensionnement par la méthode CBR (2ème variante)



Figure II .2 : Epaisseur du corps de chaussée CBR. (2ème variante)

II. 9.4. La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées

neuves :

$$TJMA_{2020} = 1103 \text{ (v/j)} < 1500 \text{ (v/j)}$$

Notre axe a un TJMA < 1500 v/j ce qui implique que le réseau principale est **RP2**

- **Classe du trafic :**

$$TJMA_{2020} = 1103 \text{ v/j}$$

- t = 5% - Z= 35%
- TPL= TJMA₂₀₂₀ × Z × 0.5 = 193 PL/j/sens.

Classe TPL_i pour RP2 :

TPL_i	TPL_0	TPL_1	TPL_2	TPL_3
PL/j/sens	0-50	50-100	100-150	150-300

$TPL = 193 \text{ PL/j/sens}$. \implies La classe de trafic est TPL_3

$CBR=3$ donc la classe de sol support est S_4

Classes de sol-support	S_3	S_2	S_1	S_0
Module (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

$E(MPA) = 5 \times 3 = 15 \implies S_4$

- ✓ Sur classement du support de S_4 à S_2 par l'utilisation d'une 2 couche de forme en **TVO épaisseur 60 cm**

• **Choix de dimensionnement :**

Notre projet a un **TJMA < 1500 v/j** ce qui implique le réseau principal est **RP2**, durée de vie **de 15 ans**, taux d'accroissement (**5%**), portance de sol et une classe de trafic (**TPL3**)

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (**fascicule3**) propose la structure suivante :

TPL_{2020} (PL/j/s)	TPL_i	S_i	Epaisseur convertie en cm + structure
193	3	S2 25 Mpa	ES + 20 GNT+ 35 GNT + 60 TVO

TPLi PL/j/sens	Si	S3	S2	S1	S0
		25 MPa	50 MPa	125 MPa	200 MPa
TPL3	300		ES 20 GNT 35 GNT	ES 20 GNT 15 GNT	ES 25 GNT
	150				
TPL2	150	ES 20 GNT 50 GNT	ES 20 GNT 30 GNT	ES 20 GNT 15 GNT	ES 20 GNT
	100				
TPL1	100	ES 20 GNT 45 GNT	ES 20 GNT 25 GNT	ES 15 GNT 15 GNT	ES 20 GNT
	50				

Figure II .3 : Choix de dimensionnement (2ème variante)

- Calcul de déformation admissible sur le sol support :

$$TCE_i = 193 \times \frac{(1+0.05)^{15}-1}{0.05} \times 365 \times 0.6$$

$$TCE_i = 9.12 \times 10^5 \quad \epsilon_{zadm} = 8.75 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon_z < \epsilon_{zadm} \implies 520.9 \times 10^{-6} < 8.75 \times 10^{-4} \text{ Condition vérifier}$$

❖ Résultats de calcul par alize LCPC

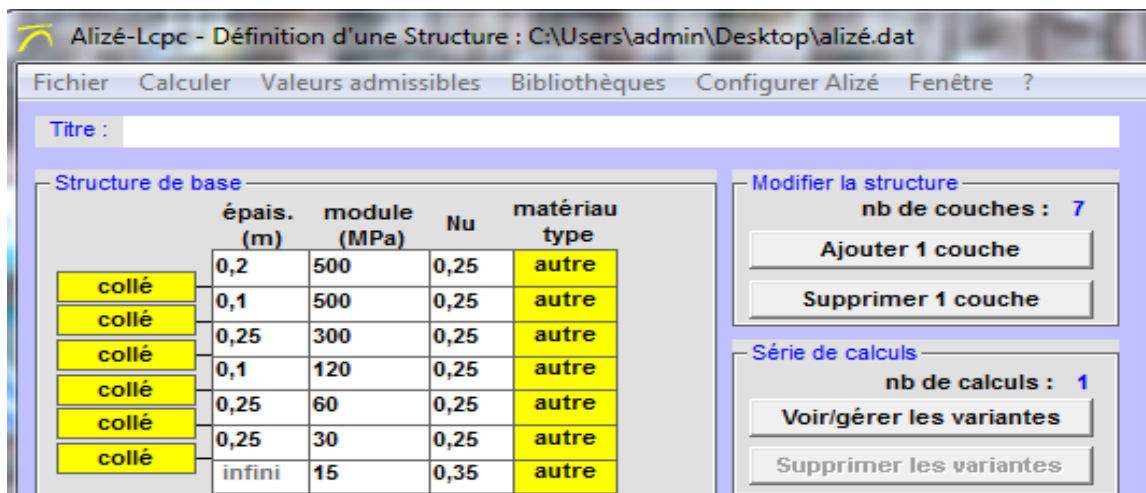


Figure II .4 : Résultats par alize LCPC

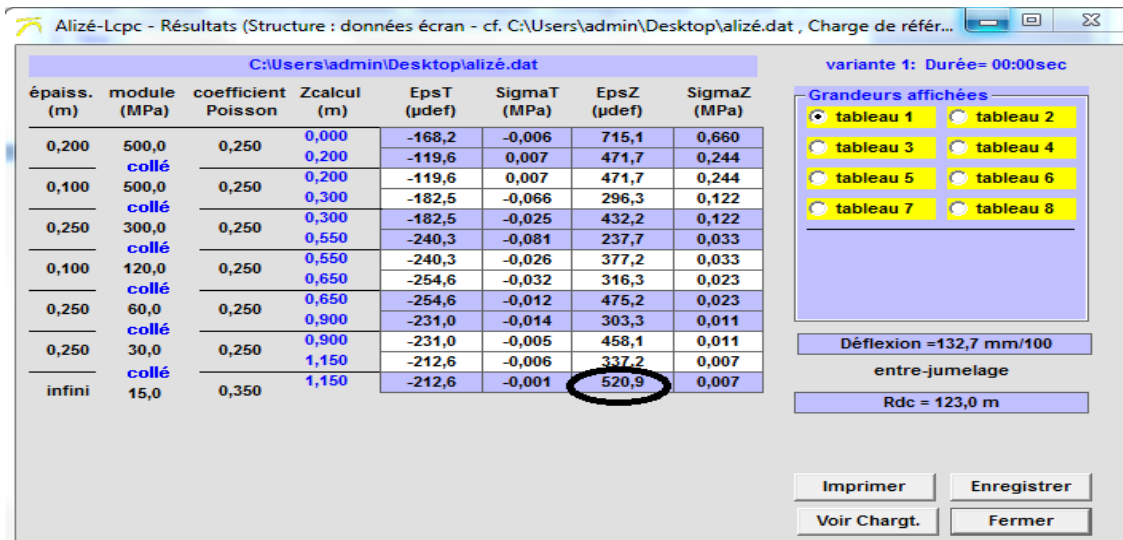


Figure II .5 : Résultats par alize LCPC

II. 10.Conclusion

D’ après les calculs et la vérification des déformations par ALIZE-LCPC on prendre la structure donnée par la méthode de catalogue algérien.

ES + 20 GNT+ 35 GNT + 60 TVO

CHAPITRE III

ENDUIT SUPERFICIEL



III. 1. Définition

L'enduit superficiel est une couche de roulement constituée par la superposition alternée d'une (ou plusieurs) couche (s) de liant hydrocarboné et d'une (ou plusieurs) couche (s) de gravillons.

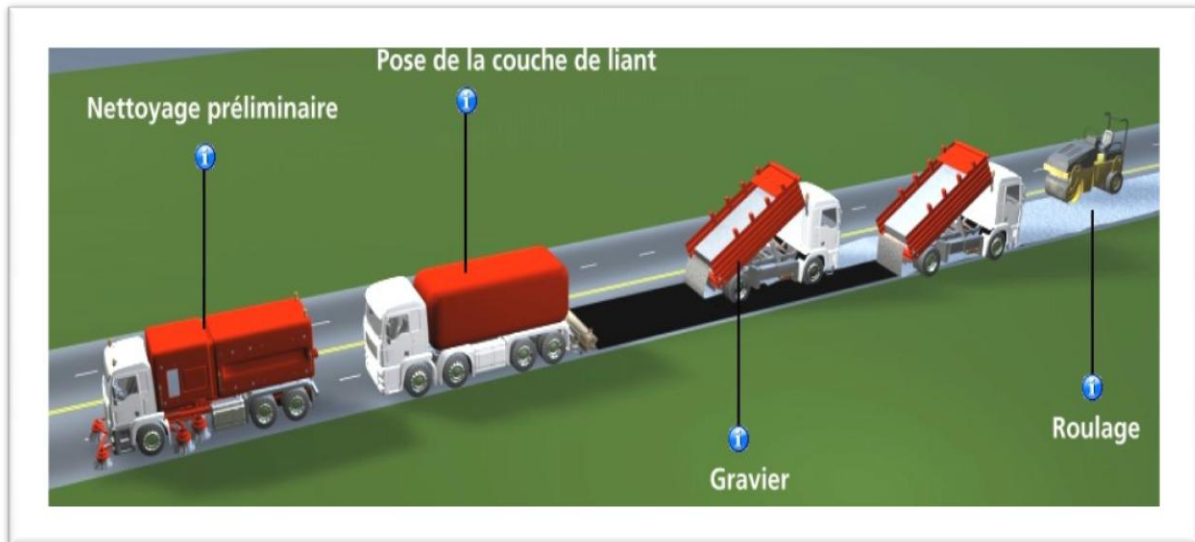


Figure III.1 : Mise en place du L'enduit superficiel.

III. 2 .Rôle

- L'enduit correctement réalisé assure une bonne imperméabilité superficielle.
- Evite la pénétration de l'eau de ruissellement dans les assises de chaussées et leur décohésion
- Assurer un entretien correct sur une grande partie du réseau routier.
- Il apporte une solution très satisfaisante aux problèmes de glissance car sa rugosité géométrique est exceptionnelle

L'enduit doit solutionner un certain nombre de problèmes.

- - La sécurité : redonner à la chaussée une rugosité acceptable
- - l'Etanchéité : Protection de la chaussée de l'infiltration des eaux
- - Assurer la continuité de la chaussée dans le temps (entretien préventif).

III. 3. Les constituants

III. 3.1 Les granulats

Le granulat est naturellement une des composantes essentielles des enduits superficiels, d'une part, parce qu'il représente 90% au moins de l'enduit et d'autre part, parce qu'il conditionne sa réussite, sa durabilité et sa qualité.

- **Le choix de la granularité sera fonction :**
 - de la structure choisie : simple couche de gravillons ou double couche de gravillons
 - des objectifs visés : adhérence, étanchéité, bruit de roulement

On utilise les classes granulaires d/D suivantes : 2/4 - 4/6 - 6/10 - 10/14.

Les petites granularités seront plus favorables à la diminution du bruit de roulement et à une meilleure adhérence à faible vitesse

Les grosses granularités apporteront une meilleure drainabilité.

III. 3.2 Les liants hydrocarbonés

Les produits de base utilisés pour la fabrication des liants pour enduits superficiels, sont soit des bitumes soit des goudrons.

III. 3.2.1. Les liants chauds classiques

- Les bitumes fluidifiés : ils sont fabriqués à partir de bitume avec ajout de solvant léger type Kérosène. Ces liants ont une adhésivité médiocre qui nécessite un dopage.
- Les bitumes fluxés : Ils sont fabriqués à partir de bitume avec ajout d'huile provenant de la distillation du goudron de houille ou de pétrole. L'adhésivité est meilleure mais un dopage dans la masse est recommandé.
- Les bitumes goudrons : Ils sont fabriqués à partir de bitume avec ajout de goudron (60/40) qui améliore l'adhésivité.

III. 3.2.2 .Les émulsions

Les émulsions de bitume sont constituées par de fines gouttelettes de bitume (quelques microns de diamètre)

L'adhésivité est favorisée par le bon mouillage du gravillon que doit procurer l'émulsion. Les émulsions peuvent être utilisées sur un support légèrement humide.

L'émulsion à 69 % est la plus utilisée en réalisation d'enduits durant la période de mai à octobre.

III. 3.2.3 .les liants modifiés

Plus récents sur le marché, ils présentent de grandes qualités de cohésion, d'adhésivité, d'élasticité et de tenue aux températures extrêmes.

- **Choix du liant suivant trafic et saison d'emploi**

Les liants pour enduits sont caractérisés entre autres par leur viscosité. La viscosité du liant doit tenir compte de la période de mise en œuvre et du trafic :

- plus le trafic ne sera important
- plus la température sera élevée
- plus l'altitude ne sera basse
- plus le liant ne devra être visqueux

Quel que soit le liant utilisé, la période estivale est toujours la plus favorable à l'exécution des enduits.

✓ Le choix de la structure d'un enduit superficiel est essentiellement fonction:

- Du Trafic
- Du Support
- De l'Environnement
- Du Climat du site
- De la Fonction recherchée: Rugosité, Étanchéité

III. 4. Les types d'Enduits Superficiels

➤ Le Monocouche Simple Gravillonnage(MSG)

- Composée d'une couche de liant suivie d'une couche de gravillons, est la plus couramment utilisée sur les réseaux de faible et moyen trafic.
- Réalisé plus couramment en petites granularités 4/6-6/10 et 10/14.
- Nécessite un support homogène.



Figure III.2 : Structure monocouche simple gravillonnage

➤ Le Bicouche

- Composée d'une couche de liant puis d'une couche de gravillons (gros) suivie par une couche de liant puis une couche de gravillons (petits), est utilisée sur les supports hétérogènes peu étanches
- Bien adapté en régions humides et froides
- Bien évaluer les dosages en liant (surtout anhydres), pour éviter les ressuyages.
- Utilisé les granulaires 6/10 et 10/14.ou 4/6 et 10 /14



Figure III.3 : Structure bicouche

➤ Le Monocouche Double Gravillonnage(MDG)

- Composée d'une couche de liant suivie de deux couches de gravillons, est utilisée sur tous types de réseaux
- Compromis intéressant entre le monocouche simple gravillonnage et le bicouche.
- Utilisé les granulaires 4/6 et 10/14.
- Bien adapté aux trafics intenses, rapides et lourds, dans la mesure où il est appliqué sur un support « dur » et « homogène ».
- Permet une bonne drainabilité superficielle.



Figure III.4 : Structure Monocouche Double Gravillonnage

➤ le Monocouche prégravillonnée (MPG)

- Composée d'une couche de gravillon (gros) suivie par une couche de liant puis d'une couche de gravillons (plus petits), est utilisée sur les supports hétérogènes et ressuyants.
- Peut s'envisager sur presque tous trafics
- Utilisation sur supports perméables et poreux à déconseiller.

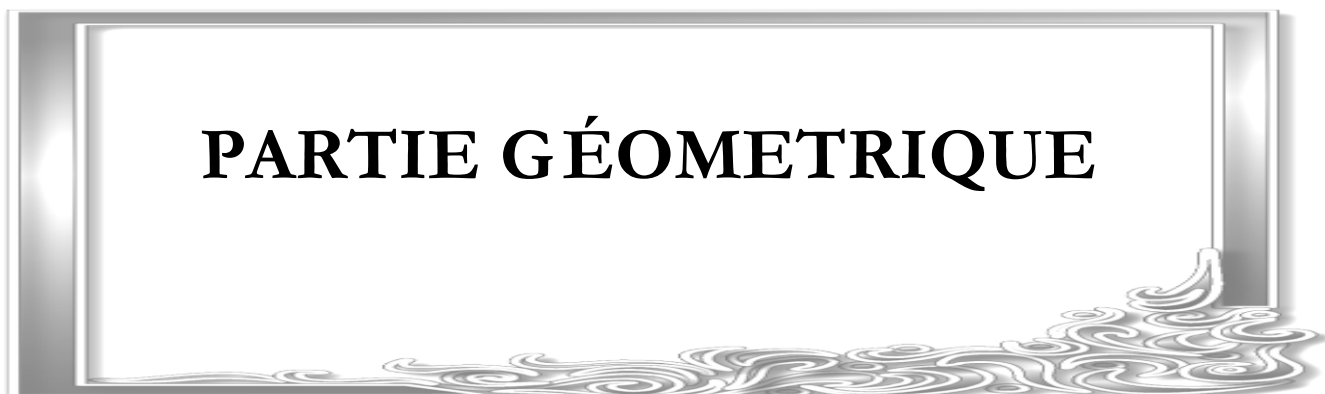


Figure III.5 : Structure Monocouche prégravillonnée

III. 5. Conclusion

L'utilisation d'un revêtement superficiel (structure bicouche) dans la route de notre projet était la bonne solution pour éviter les déformations de la chaussée. Donc le revêtement superficiel absorbe mieux les déformations que le béton bitumineux

PARTIE GÉOMETRIQUE



CHAPITRE IV

TRACE EN PLAN



IV .1.Définition

Le tracé en plan est la projection de la route sur un plan horizontal il est constitué de :

- Lignes droites de longueur limitée en fonction de la vitesse de référence.
- Courbes de raccordements à rayons de courbure variable.
- Arcs de cercles à rayon de courbures constants.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité et de confort.

IV .2.Règles à respecter dans le tracé en plan

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

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- Eviter au maximum les propriétés privées
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.



Figure IV.1 : Tracé en plan

IV .3. Les éléments du tracé en plan :

L'axe du tracé en plan est constitué des alignements, Des courbes de raccordement progressives et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :

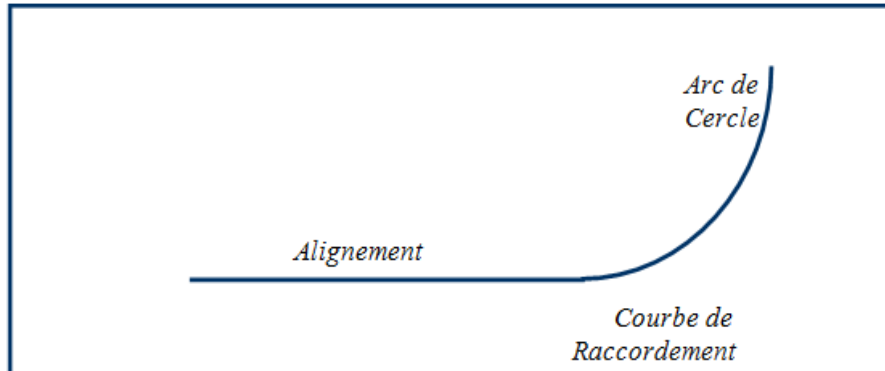


Figure IV.2 : les éléments du tracé en plan

IV .3.1. Les alignements

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{\min} qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par la plus grand rayon des deux arcs de cercles.

$$L_{\min}=5 V$$

avec V en (m/s)

La longueur maximale L_{\max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$L_{\max}=60V$$

avec V en (m/s)

IV .3.2. Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- ✓ La stabilité des véhicules.
- ✓ L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- ✓ La visibilité dans les tranchées en courbe

IV .3.2.1. Stabilité en courbe

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules en temps plusieurs, en fait de fortes inclinaisons d'ou are cours augmenter le rayon.

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

Pour notre projet (**liaison El Haouch -El Feidh**) situé dans un environnement (**E1**), et classé en catégorie 3 (**C3**) avec une vitesse de base de **100km/h**, le règlement B40 préconise les rayons suivant : (voir le tableau)

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	100
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8%)	375
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6%)	600
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3%)	1300
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-3%)	2000

Tableau IV.1: rayons du tracé en plan

Remarque

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé

IV .3.3. 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 dévers et la condition du confort et de sécurité.

IV .3.3.1. Rôle et nécessité des courbes de raccordement

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

-Il ya beaucoup des courbes de raccordement mathématique pour assurer ce confort mais la Clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets routiers.

IV .3.3.2. La Clothoïde

La clothoïde est une courbe utilisée sur les routes pour raccorder une droite à un cercle. Cette courbe est plus connue sous la dénomination "Spirale de Cornu"

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

- **Expression de la Clothoïde**

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)

$$A = \sqrt{RL}$$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant

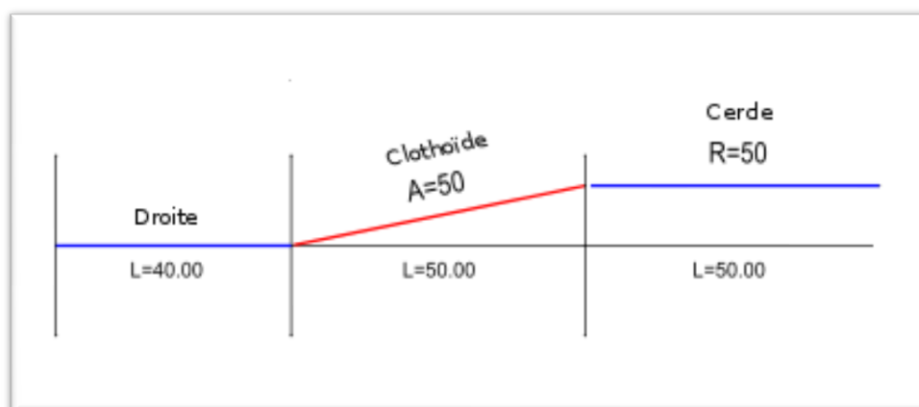


Figure IV.3 : Raccordement par la Clothoïde

IV .3.3.3. Condition de gauchissement et confort dynamique

a/Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours Δt du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

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

V_B : vitesse de base (km/h)

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

b/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.

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

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

IV .4. Tableau description du tracé en plan proposé

Point kilométrique	Paramètres
Pk0 - PK0+813.36m	Alignement droit1 sur 813.36 m
PK0+813.36m – PK0+880.36m	Clothoïde1 A= 216.564 sur 67 m
PK0+880.36- PK0+942.682m	Arc1 R= 700 m sur 62.322 m
PK0+942.682m- PK1+009.682m	Clothoïde2 A= -216.564 sur 67 m
PK1+009.682m-PK1+435.887m	Alignement droit2 sur 426.205 m
PK1+435.887m PK1+502.887m	Clothoïde3 A= -183.030 sur 67 m
PK1+502.887m- PK1+569.846m	Arc2 R= -500 m sur 66.959 m
PK1+569.846m- PK1+636.846m	Clothoïde4 A= +183.030 sur 67 m
PK1+636.846m-PK2+167.009m	Alignement droit3 sur 530.163 m
PK2+167.009m- PK2+232.923m	Clothoïde5 A= -162.374 sur 65.914 m

PK2+232.923m- PK2+262.618m	Arc3 R= -400 m sur 29.695m
PK2+262.618m- PK2+328.531m	Clothoïde6 A=162.374 sur 65.914 m
PK2+328.531m- PK2+676.559m	Alignement droit 4 sur 348.027m
PK2+676.559m- PK2+743.559m	Clothoïde7 A=200.499 sur 67m
PK2+743.559m- PK2+873.556m	Arc4 R= 600 m sur 129.997m
PK2+873.556m- PK2+940.556m	Clothoïde8 A=-200.499 sur 67m
PK2+940.556m- PK3+492.904m	Alignement droit 5 sur 552.348m
PK3+492.904m- PK3+558.818m	Clothoïde9 A=162.374 sur 65.914m
PK3+558.818m- PK3+582.967m	Arc5 R= 400 m sur 24.149m
PK3+582.967m- PK3+648.880m	Clothoïde10 A= -162.374 sur 65.914m
PK3+648.880m- PK4+740.919m	Alignement droit 6 sur 1092.039m
PK4+740.919m- PK4+806.833m	Clothoïde11 A= 162.374 sur 65.914m
PK4+806.833m- PK4+867.569m	Arc6 R= 400 m sur 60.736m
PK4+867.569m- PK4+933.483m	Clothoïde12 A= -162.374 sur 65.914m
PK4+933.483m- PK7+070.604m	Alignement droit 7 sur 2137.121m
PK7+070.604m- PK8+165.934m	Alignement droit 8 sur 1095.331m
PK8+165.934m- PK10+166.761m	Alignement droit 9 sur 2000.827m
PK10+166.761m- PK10+233.761m	Clothoïde13 A= 183.030 sur 67m
PK10+233.761m- PK10+317.922m	Arc7 R= 500 m sur 84.161m
PK10+317.922m- PK10+384.922m	Clothoïde14 A= -183.030 sur 67m
PK10+384.922m- PK10+900.447m	Alignement droit10 sur 515.525m
PK10+900.447m- PK13+945.575m	Alignement droit11 sur 3045.128m
PK13+945.575m- PK14+012.575m	Clothoïde15 A= -183.030 sur 67m
PK14+012.575m- PK14+164.657m	Arc8 R= -500 m sur 152.082m
PK14+164.657m- PK14+231.657m	Clothoïde16 A= 183.030 sur 67m
PK14+231.657m- PK16+400.083m	Alignement droit12 sur 2168.426m
PK16+400.083m- PK17+871.857m	Alignement droit13 sur 1471.775m
PK17+871.857m- PK19+532.748m	Alignement droit14 sur 1660.891m
PK19+532.748m- PK19+598.662m	Clothoïde17 A= -162.374 sur 65.914m
PK19+598.662m- PK19+651.666m	Arc9 R= -400 m sur 53.005m
PK19+651.666m- PK19+717.580m	Clothoïde18 A= 162.374 sur 65.914m

PK19+717.580m- PK20+644.803m	Alignement droit15 sur 927.223m
PK20+644.803m- PK21+888.957m	Alignement droit16 sur 1244.154m
PK21+888.957m- PK21+955.957m	Clothoïde19 A= 200.499 sur 67m
PK21+955.957m- PK22+036.114m	Arc10 R= 600 m sur 80.157m
PK22+036.114m- PK22+03.114m	Clothoïde20 A=- 200.499 sur 67m
PK22+03.114m- PK23+181.671m	Alignement droit17 sur 1078.557m
PK23+181.671m- PK24+410.070m	Alignement droit18sur 1228.399m
PK24+410.070m- PK25+322.371m	Alignement droit19 sur 912.302m
PK25+322.371m- PK26+003.788m	Alignement droit20 sur 681.417m
PK26+003.788m- PK26+070.788m	Clothoïde21 A=183.030 sur 67m
PK26+070.788m- PK26+152.725m	Arc11 R= 500 m sur 81.937m
PK26+152.725m- PK26+219.725m	Clothoïde22 A= -183.030 sur 67m
PK26+219.725m- PK27+518.640m	Alignement droit21 sur 1298.915m
PK27+518.640m- PK28+315.612m	Alignement droit22 sur 796.972m
PK28+315.612m- PK28+382.612m	Clothoïde23 A= -216.564 sur 67m
PK28+382.612m- PK28+810.990m	Arc12 R= -700 m sur 428.378m
PK28+810.990m- PK28+877.990m	Clothoïde24 A= 216.564 sur 67m
PK28+877.990m- PK30+800.788m	Alignement droit23 sur 1922.798m
PK30+800.788m- PK31+909.285m	Alignement droit24 sur 1108.497m
PK31+909.285m- PK31+976.285m	Clothoïde25 A= 216.564 sur 67m
PK31+976.285m- PK32+016.815m	Arc13 R= 700 m sur 40.530m
PK32+083.815m- PK32+513.097m	Alignement droit25 sur 429.282m
PK32+513.097m- PK32+580.097m	Clothoïde27 A= -216.564 sur 67m
PK32+580.097m- PK32+585.938m	Arc14 R= -700 m sur 5.841m
PK32+585.938m- PK32+652.938m	Clothoïde28 A= 216.564 sur 67m
PK32+652.938m- PK33+305.750m	Alignement droit26 sur 652.812m
PK33+305.750m- PK34+040.093m	Alignement droit27 sur 734.343m
PK34+040.093m- PK34+760.028m	Alignement droit28 sur 719.935m

CHAPITRE V

PROFIL EN LONG



V .1. Définition

Le profil en long est une représentation plane de la surface du terrain naturel suivant un plan vertical contenant l'axe du tracé.

Le profil en long est l'un des facteurs principaux qui interviennent dans l'économie de déclivité maximale et autres caractéristiques techniques, il conditionne le degré ainsi que le volume de terrassement aussi bien que le cout de réalisation de la construction.

V .2. Les éléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet. etc....

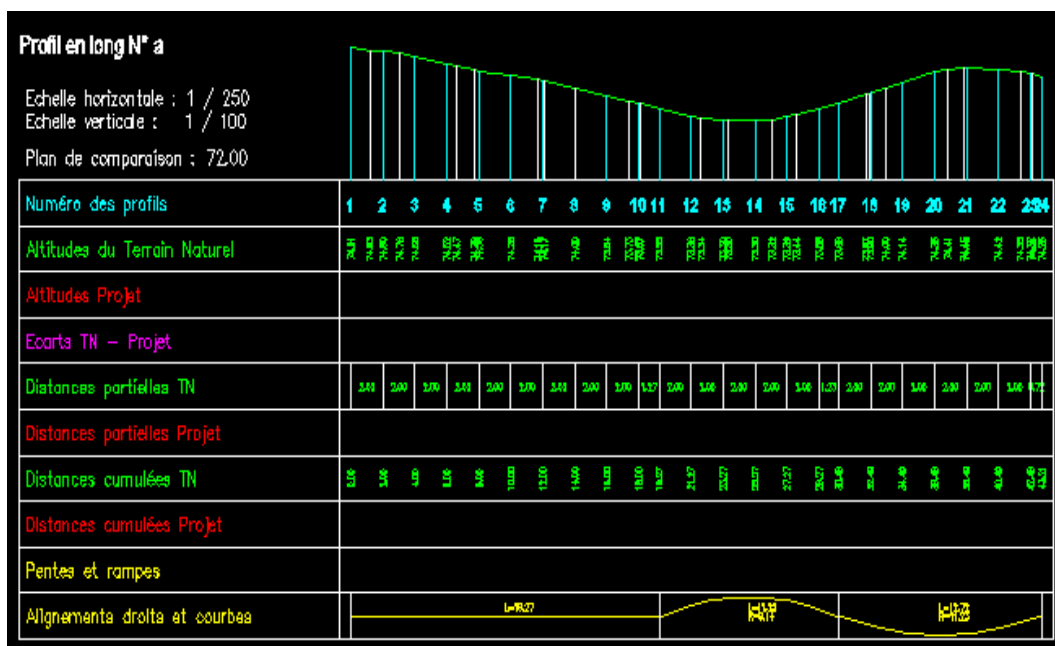


Figure V.1 : exemple d'un profil en long

- Le profil en long se caractérise par une succession de déclivités liées par des raccordements circulaires

V .3. Raccordements circulaires

V .3.1 Angles saillants

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

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

a. Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « g/40(cat 1-2), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à : $\frac{V_r^2}{RV} > \frac{g}{40}$

avec : $g=10\text{m/s}^2$ et $V = V/3.6$

$$R_{V \min} = \begin{cases} 0,3 V_r^2 & \text{pour cat 1 - 2} \\ 0,23 V_r^2 & \text{pour cat 3 - 4 - 5} \end{cases}$$

Tel que :

R_V : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (Km/h).

b. Condition de visibilité

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})}$$

D : distance de visibilité nécessaire (m). **H₁** : hauteur de l'obstacle (m)

H₀: hauteur de l'œil au dessus de la chaussée = 1.10m

V .3.2 Angles rentrants

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.

Cette condition s'exprime par la relation :

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

d₁ : distance d'arrêt

R_v' : rayon minimum du cercle de raccordement.

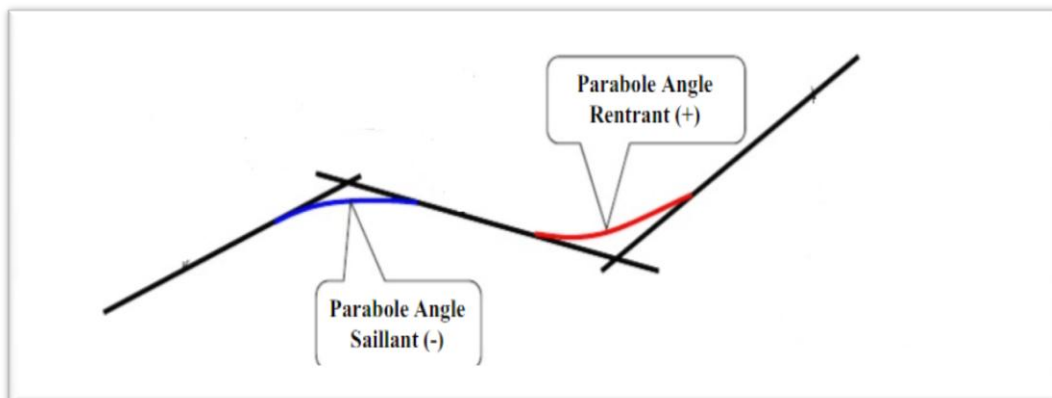


Figure V.2 : Raccordement concave et convexe

V .4. Caractéristiques des rayons en long

Pour le cas de notre liaison, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B40) :

<i>Catégorie</i>		<i>C₃</i>
<i>environnement</i>		<i>E₁</i>
<i>Vitesses de base (Km/h)</i>		<i>100</i>
<i>Rayon en angle saillant RV</i>	<i>Route Bidirectionnelle : (2 voies)</i>	
	<i>R_{Vm1} (minimal absolu) en m</i>	<i>8000</i>
	<i>R_{Vn1} (minimal normal) en m</i>	<i>16000</i>
<i>Rayon en angle rentrant RV</i>	<i>Route Bidirectionnelle :(2 voies)</i>	
	<i>R'_{Vm1} (minimal absolu) en m</i>	<i>2100</i>
	<i>R'_{Vn1} (minimal normal) en m</i>	<i>3500</i>
<i>Déclivité maximale</i>	<i>I_{max}(%)</i>	<i>5</i>

Tableau V.1 : Rayons en long.

V .5. Déclivités

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

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

V .5.1. Déclivité minimum

Les tronçons de route absolument horizontaux, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 0.5%, de préférence inférieures à 1% pour éviter la stagnation des eaux

V .5.2. Déclivité maximum

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

- Condition d'adhérence.
- Vitesse maximum de poids lourd.
- Condition économique.

V .6. Conclusion

Dans notre projet le profil en long pose le problème technique de pente ou rampe à projeter pour permettre un écoulement des eaux pluvial parfait à cause du relief très plat du terrain naturel .

CHAPITRE VI

PROFIL EN TRAVERS



V I.1. Définition

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée permettant de calculer les paramètres suivants :

- la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

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...)

V I .2. Eléments constitutif

Le profil en travers contient les éléments Comme le montre la figure ci-dessous :

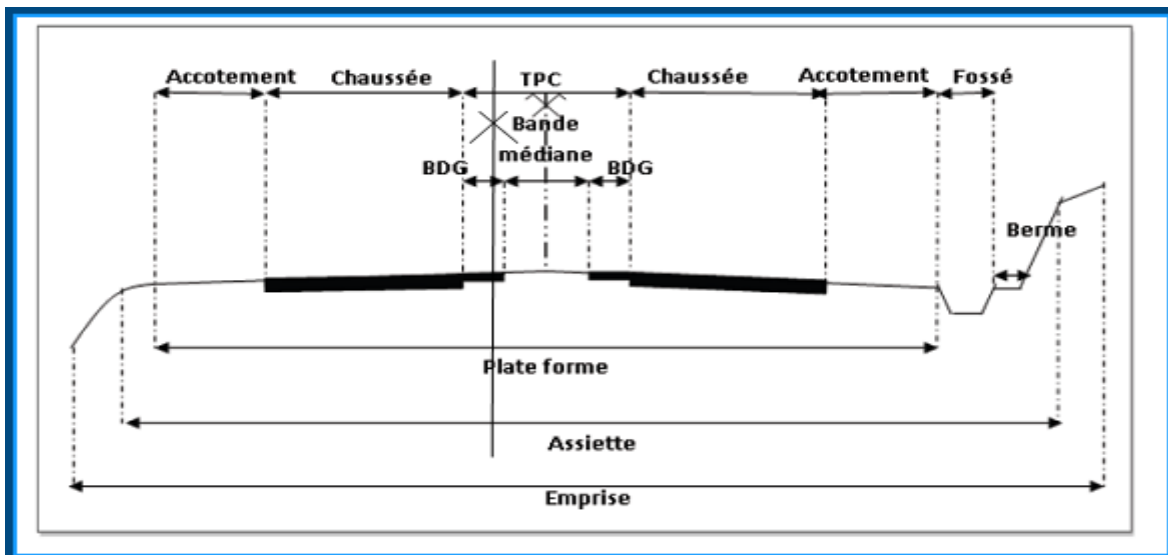


Figure V I.1 : Les éléments du profil en travers.

❖ **Plate- forme**

C'est la partie de la route effectuée à l'usage public, comprenant la chaussée les accotements et éventuellement le terre plein central.

❖ **Assiette**

Qui comprend la plate- forme, les talus et les fossés.

❖ **Emprise**

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, exutoires...etc) elle est limitée par le domaine public.

❖ **Accotement**

Partie latérale de la plate-forme bordant une chaussée.

❖ **T.P.C**

Le terre-plein central est une bande séparant deux chaussées situées sur une même plate-forme. Il est composé d'une bande médiane et deux BDG.

❖ **Bande dérasée**

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non et dégagée de tout obstacle, elle comporte le marquage en rive.

❖ **Bande médiane**

Partie non roulable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche.

❖ **Berne**

Partie latérale non roulable de l'accotement, bordant une B.A.U

❖ **Les fosses**

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de route et talus et les eaux de pluie

V I.3. Différent type de profils en travers

V I.3.1- profil en travers type

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

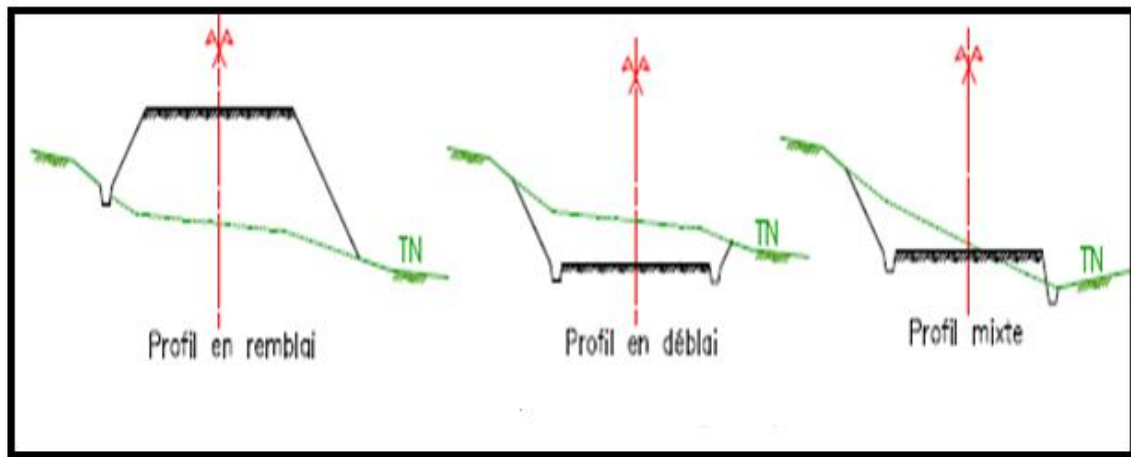


Figure V I.2 : différents types de profil en travers

- ✓ Dans notre projet on a le profil en remblai

V I.3.2- profil en travers courants

Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

V I.4. Application au projet

D'après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet sera composé d'une chaussée Bidirectionnelle (2 voies)

Les éléments du profil en travers sont comme suit :

- Largeur de la chaussée..... (2 x 3.5) = 7m devers 2.5%
- Accotement..... (2x 1.5) = 3.0 m devers 3%
- Plate forme10.00 m.

PARTIE GÉOTECHNIQUE



CHAPITRE VII

PROPRIÉTÉ DE SOL



VII .1. Objectifs de l'étude géotechnique

L'étude géotechnique relative à L'Etude de la liaison EL Haouche-EL Feidh a pour objet ce qui suit :

- ✓ Reconnaissance du sol de fondation de la route
- ✓ Dimensionnement du corps de chaussée
- ✓ Reconnaissance sur les gites d'emprunt

Le projet passe par des terrains apparemment inondables et non stables où Il est indispensable de connaître les caractéristiques géotechniques de ces sols. Des traces de sel ont été observées sur certaines sections. Pour cela des sondages carottés ont été prévus.

Pour ce faire, le programme géotechnique suivant est proposé par le bureau d'étude

VII .2. Les Essais

VII .2.1. Essais in situ

- Trois (03) puits de reconnaissance
- Deux prélèvements par tarière
- Deux recherches de gites à matériaux (MZIRAA+CHEGGA)

VII .2.2. Essais au laboratoire

- Essais d'identification
- Analyse granulométrique
- Limites d'atterberg
- Proctor Normal et Modifié
- CBR immédiat
- CBR à 4J d'imbibition

VII .3. Propriété de sol

Pour caractériser un sol, il faut déterminer les paramètres de nature et les paramètres d'état.

VII .3.1. Les paramètres de nature

Indiquent les caractéristiques intrinsèques du sol. Ils ne varient pas au cours du temps (poids volumique des grains solides, granularité, argilosité, limites d'Atterberg, teneur en matières organiques,...).

VII .3.2 Les paramètres d'état

Sont fonction de l'état du sol et caractérisent le comportement du sol sous l'effet d'un chargement donné (teneur en eau, indice des vides, porosité, Equivalent de sable,...).

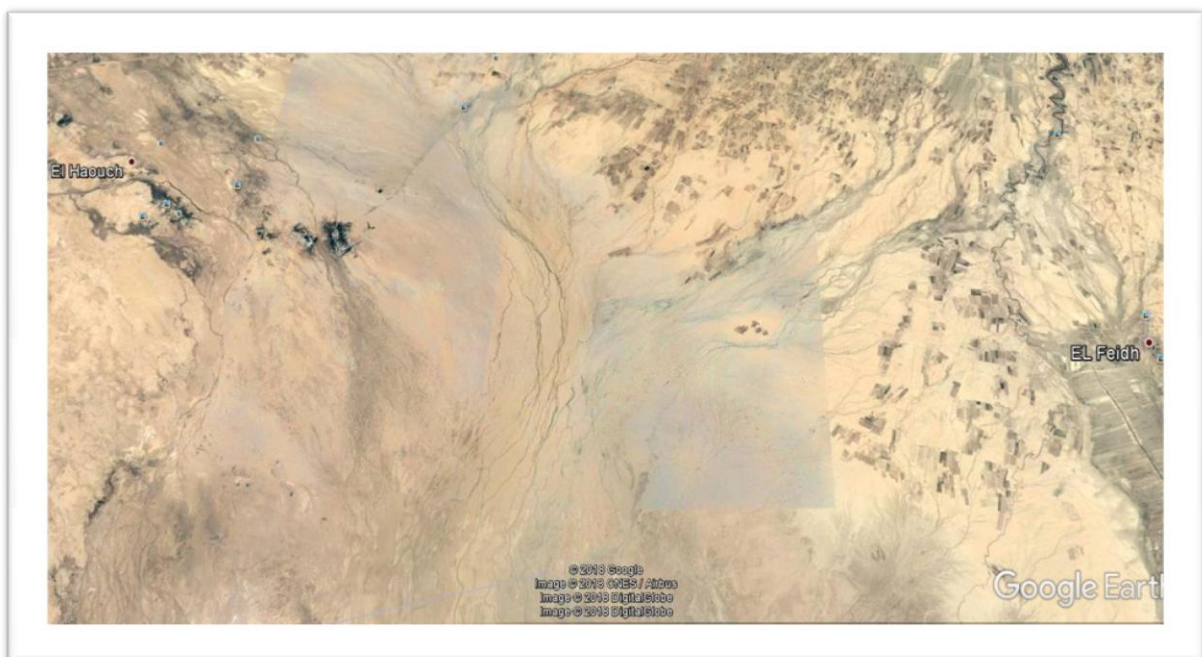


Photo. VII .1 : le terrain de notre projet

A partir la description lithologique du sol et les courbes granulométries on distingue pratiquement un seul type de sol : tuf marneux et limon sableux de la classe A ce sont des sols très fin avec D_{max} compris entre 1 et 1.2 mm, les analyses chimiques montrent bien la présence de sulfates.

Le tableau ci-après représente une moyenne des valeurs des résultats d'essai sur les 06 puits

Sol	GTR	γ_d	γ_h	Ψ, Sr	D _{max}	<80 μ	Sulfat.	Carbo	W _L	I _p	CBR
Tuf Sableux à Argileux	A ₁ et A ₂	1.4 à 1.6	1.5 à 1.7	12 et 50	0.4 à 1.0 mm	85 à 90%	27 à 62	30 à 60	30 à 40%	7 à 12 %	3 à 10

Tableau VII. 1: Les caractéristiques de sol

- γ_d : poids volumique de sol sec (kN/m³)
- I_p : indice de plasticité
- γ_h : poids volumique humide (kN/m³)
- W_L : la limite de liquidité
- D_{max} : c'est la dimension maximale des plus gros éléments contenus dans le sol.
- Teneur en Carbonate en %
- Le CBR varie entre 3 et 4 la valeur 10 du puits N°02 a été écartée cette valeur n'est représentative.
- Tamisat <80 μ
- GTR : A₁ Classification des sols d'après le Guide des terrassements routier (sols fins).
- Sr : Degré de saturation

Donc le terrain de notre projet est :

- ✓ un terrain argileux limoneux sableux la granulométrie de ce sol est du type limon sableux avec une présence de sel.
- ✓ .la portance du sol est très faible CBR =3.
- ✓ Les chiffres donnés plus haut confirme la situation du terrain plat sans pente du type inondable dès que la pluviométrie est élevée, il sera difficile à la nature d'absorber les eaux pluviales ajouté à cela les eaux des exutoires et des courants Nord-sud venant des montagnes du nord
- ✓ Le relief et la topographie du terrain permettent les stagnations d'eau durant des jours d'où la présence de sel

VII .4. Classification selon GTR (Guide des Terrassements Routiers)

Ce document rassemble l'ensemble des connaissances accumulées au cours de ces quarante dernières années par l'ensemble de la profession. Le contenu de ce guide permet une classification des sols et la connaissance des conditions d'extraction et de réutilisation de ces sols.

Le type de sol de notre projet est tuf marneux et limon sableux de la classe A, donc D'après le GTR on a :

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Paramètres d'état	Sous classe fonction de l'état
D _{max} ≤ 50 mm et Tamisat à 80 μm > 35 %	A sols fins	VBS ≤ 2,5 (*) ou I _p ≤ 12	A ₁ Limon peu plastiques, loess, silt alluvionnaires, sables fins peu polués, arènes peu plastiques...	I _p ⁽¹⁾ ≤ 3 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	A ₁ th
				3 < I _p ⁽¹⁾ ≤ 8 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	A ₁ h
				8 < I _p ⁽¹⁾ ≤ 25 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN}	A ₁ m
				0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₁ s
				w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₁ ts
		12 < I _p ≤ 25 (*) ou 2,5 < VBS ≤ 6	A ₂ Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	I _p ⁽¹⁾ ≤ 2 ou I _c ⁽¹⁾ ≤ 0,9 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN}	A ₂ th
				2 < I _p ⁽¹⁾ ≤ 5 ou 0,8 < I _c ⁽¹⁾ ≤ 1,05 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN}	A ₂ h
				5 < I _p ⁽¹⁾ ≤ 15 ou 1,05 < I _c ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₂ m
				1,2 < I _c ≤ 1,4 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₂ s
				I _c > 1,4 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₂ ts
		25 < I _p ≤ 40 (*) ou 6 < VBS ≤ 8	A ₃ Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...	I _p ⁽¹⁾ ≤ 1 ou I _c ⁽¹⁾ ≤ 0,8 ou w _n ≥ 1,4 w _{OPN}	A ₃ th
				1 < I _p ⁽¹⁾ ≤ 3 ou 0,8 < I _c ⁽¹⁾ ≤ 1 ou 1,2 w _{OPN} ≤ w _n < 1,4 w _{OPN}	A ₃ h
				3 < I _p ⁽¹⁾ ≤ 10 ou 1 < I _c ≤ 1,15 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,2 w _{OPN}	A ₃ m
				1,15 < I _c ≤ 1,3 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₃ s
				I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₃ ts
		I _p > 40 (*) ou VBS > 8	A ₄ Argiles et argiles marneuses, très plastiques...	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.	
A ₄ th					
A ₄ h					
A ₄ s					

Tableau VII. 2 : Classification des matériaux utilisés pour la construction des remblais(classéA)

Plus détaillé (A₁). Puisque on a I_p (7 à 12%)

<p>VBS ≤ 2,5^(*) ou I_p ≤ 12</p>	<p>A₁ Limens peu plastiques, loess, silt alluvionnaires, sables fins peu pol- lués, arènes peu plastiques...</p>	$I_{PI}^{(1)} \leq 3$ ou $w_h \geq 1,25 w_{OPN}$	A ₁ th
		$3 < I_{PI}^{(1)} \leq 8$ ou $1,10 w_{OPN} \leq w_h < 1,25 w_{OPN}$	A ₁ h
		$8 < I_{PI} \leq 25$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_h < 1,10 w_{OPN}$	A ₁ m
		$0,7 w_{OPN} \leq w_h < 0,9 w_{OPN}$	A ₁ s
		$w_h < 0,7 w_{OPN}$	A ₁ ls

Tableau VII. 3 : Sous classe des matériaux utilisés pour la construction des remblais(A1)

VII .4.1. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

Les conditions d'utilisation des sols, des matériaux rocheux, des sous-produits industriels sont celles qu'il y a lieu de respecter pour autoriser l'emploi en remblai des différentes classes et sous-classes de matériaux

Ces conditions sont exprimées, en exigences techniques directement intégrables dans les cahiers des charges des marchés pour obtenir la qualité généralement recherchée pour ces ouvrages.

Elles ont été définies dans le double souci :

- D'une part, de viser le juste de qualité technique nécessaire, compte tenu des possibilités des matériels d'exécutions.
- D'autre part, de tenir compte des couts moyens des différentes techniques et méthode utilisés.

A₁ (états th, h, m)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code					
				E	G	W	T	R	C
A₁th	Sols normalement inutilisables en l'état La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A ₁ h			NON					
A₁h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible Ils sont sujets au matelassage Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON		
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0 0 0 1 0 2 0		
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)			0 0 0 0 0 3 1		
				Solution 2 : aération E : extraction en couches minces W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			1 0 1 0 1 2 2		
Solution 3 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0 0 0 1 0 2 0						
A₁m	Cessols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON		
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			2 0 0 0 0 2 2		
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen			0 0 0 0 0 2 0		
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen			0 0 3 0 0 2 0		
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			0 0 0 0 0 1 2		
Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense			2 0 0 0 0 1 0						

A₁ (états s et ts)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H	
A_{1s}	Ces sols sont difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.	++	pluie forte Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON	
		+	pluie faible E : extraction en couches R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 0 0 1 2 2	
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : régilage en couches minces C : compactage moyen	0 0 4 0 1 2 0
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 2
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0 0 3 0 0 1 1
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 3 0 0 1 2
				Solution 3 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 4 0 1 1 2
A_{1ts}	Sols normalement inutilisables en l'état Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique			NON	

Tableau VII. 4 : Conditions d'utilisation des matériaux(A₁) en remblai

VII .4.2. Tableau récapitulatif des conditions pouvant être imposées pour utiliser les différents matériaux en remblai :

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E Extraction	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Extraction en couches (0,1 à 0,3m)
	2	Extraction frontale (pour un front de taille > 1 à 2m)
G Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Elimination des éléments > 800mm
	2	Elimination des éléments > 250 mm pour traitement
	3	Fragmentation complémentaire après extraction
W Action sur la teneur en eau	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Réduction de la teneur en eau par aération
	2	Essorage par mise en dépôt provisoire
	3	Arrosage pour maintien de l'état
	4	Humidification pour changer d'état
T Traitement	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Traitement avec un réactif ou un additif adaptés
	2	Traitement à la chaux seule
R Régilage	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Couches minces (20 à 30 cm)
	2	Couches moyennes (30 à 50 cm)
C Compactage	1	Compactage intense
	2	Compactage moyen
	3	Compactage faible
H Hauteur des remblais	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Remblai de hauteur faible ($\leq 5m$)
	2	Remblai de hauteur moyenne ($\leq 10m$)

Tableau VII .5: représente le code E G W T R C H

VII. 4.3. Explication de code « E G W T R C H »

- **Sol type A₁th (Sols normalement inutilisables en l'état)** : La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A h
- **Sol type A₁h**

Pluie faible : Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes

Ni pluie ni évaporation importante :

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E,G,W,R,H	0	Pas de condition particulière à recommander
T	1	traitement avec un réactif adapté
C	2	compactage moyen

Evaporation importante (Solution 1 : utilisation en l'état)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E,G,W,R,T	0	Pas de condition particulière à recommander
H	1	remblai de faible hauteur ($\leq 5m$)
C	3	compactage faible

Evaporation importante (Solution 2 : aération)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
G, T	0	Pas de condition particulière à recommander
E	1	extraction en couches minces
W	1	réduction de la teneur en eau par aération
R	1	couches minces
C	2	compactage moyen
H	2	remblai de hauteur moyenne ($\leq 10m$)

Evaporation importante (Solution 3 : traitement)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E,G,W,R,H	0	Pas de condition particulière à recommander
T	1	traitement avec un réactif adapté
C	2	compactage moyen

➤ Sol type A₁ m

Pluie forte : Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes

Pluie faible :

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
G W T R	0	Pas de condition particulière à recommander
E	2	extraction frontale
C	2	compactage moyen
H	2	remblai de hauteur moyenne ($\leq 10m$)

Ni pluie ni évaporation importante :

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E,G,W,R,H,T	0	Pas de condition particulière à recommander
C	2	compactage moyen

Evaporation importante (Solution 1 : arrosage superficiel)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E,G,T,R,H	0	Pas de condition particulière à recommander
W	3	arrosage superficiel pour maintien de l'état
C	2	compactage moyen

Evaporation importante (Solution 2 : utilisation en l'état)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E,G,T,W,R	0	Pas de condition particulière à recommander
C	1	compactage intense
H	2	remblai de hauteur moyenne ($\leq 10\text{m}$)

Evaporation importante (Solution 3: extraction frontale)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
H,G,T,W,R	0	Pas de condition particulière à recommander
E	2	extraction frontale
C	1	compactage intense

➤ Sol type A₁S

Pluie forte : Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes

Pluie faible :

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
G W T	0	Pas de condition particulière à recommander
E	1	extraction en couches
R	1	couches minces
C	2	compactage moyen
H	2	remblai de hauteur moyenne ($\leq 10\text{ m}$)

Ni pluie ni évaporation importante (Solution 1 : humidification dans la masse)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E G T H	0	Pas de condition particulière à recommander
W	4	humidification pour changement d'état
R	1	régalage en couches minces
C	2	compactage moyen

Ni pluie ni évaporation importante (Solution 2 : emploi en l'état)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E G W T R	0	Pas de condition particulière à recommander
C	2	compactage intense
H	1	remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)

Evaporation importante (Solution 1 : arrosage superficiel)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E G T R	0	Pas de condition particulière à recommander
W	3	arrosage superficiel pour maintien de l'état
C	1	compactage intense
H	1	remblai de faible hauteur (≤ 5 m)

Evaporation importante (Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
G T R	0	Pas de condition particulière à recommander
E	2	extraction frontale
W	3	arrosage superficiel
C	1	compactage intense
H	2	remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)

Evaporation importante (Solution 3 : humidification dans la masse)

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E G T	0	Pas de condition particulière à recommander
W	2	humidification pour changement d'état
R	3	couches minces
C	1	compactage intense
H	2	remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)

- **Sol type A₁TS** : Sols normalement inutilisables en l'état (Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique).

VII. 5. Conclusion

L'étude de carrière faite par le laboratoire fait ressortir un inventaire de carrière pour gravier, mais pour le projet le bureau d'étude propose l'utilisation des matériaux pour remblai des carrières de TVO d'oued mziraa et d'oued arab de zeribet el oued.

CHAPITRE VIII

LES CAS SIMILAIRES



VIII .1. Définitions et types des géosynthétiques

VIII .1.1. Définition

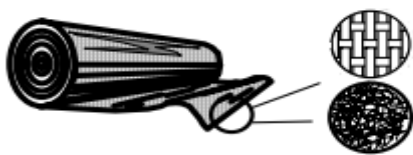
Les géosynthétiques comprennent une variété de matériaux en polymères synthétiques spécialement fabriqués pour une utilisation dans les domaines du génie civil et de la protection de l'environnement ainsi que dans les ouvrages hydrauliques et de transport.

VIII .1.2. Type des géosynthétiques

Les géotextiles : sont des nappes continues de fibres ou filaments tissés, non-tissés, tricotés ou thermo-soudés. Les nappes sont souples et perméables et ressemblent en général à des textiles. Les géotextiles sont utilisés pour des applications en séparation, filtration, drainage, renforcement et contrôle de l'érosion.

Les géogrilles : sont des géosynthétiques ressemblant à des grilles ouvertes. La principale application des géogrilles est le renforcement des sols.

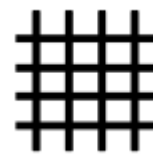
Les géomembranes : sont des nappes souples continues fabriquées à partir d'un ou plusieurs matériaux synthétiques. Elles sont relativement imperméables et sont utilisées comme couche d'étanchéité pour le confinement des fluides ou des gaz et comme barrière à la vapeur.



Géotextile



Géomembrane



Géogrille

Figure VIII. 1 : Types des géosynthétiques

VIII .1.3. Fonctions des géosynthétiques

Les géosynthétiques ont six fonctions principales :

1. Filtres : maintien du sol ou d'autres particules soumis à des forces hydrauliques en permettant le passage de fluides à travers ou dans un géotextile
2. Drainage : collecte et transport des eaux pluviales, souterraines ou d'autres liquides dans le plan d'un géotextile ou d'un produit apparenté aux géotextiles.
3. Séparation : prévention contre le mélange des deux matériaux de natures différentes par l'emploi d'un géotextile.
4. Renforcement : utilisation de la capacité de résistance d'un géotextile ou d'un produit apparenté aux géotextiles afin d'améliorer les propriétés mécaniques des sols
5. Barrière pour fluide : contrôle de la migration de gaz ou de liquide.
6. Protection : fonction consistant à empêcher les endommagements localisés concernant un matériau donné en utilisant le géotextile, en général une géomembrane.

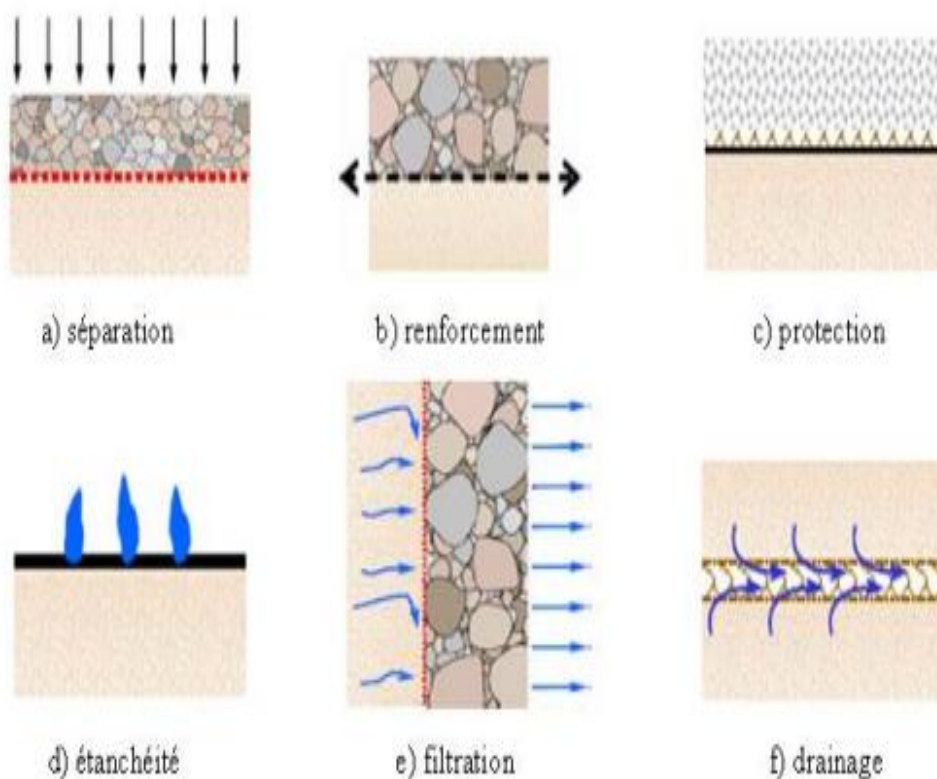


Figure VIII. 2 : Fonctions des géosynthétiques

VIII .2. Recherche bibliographique sur des cas similaires

VIII .2.1 La liaison M'Sila - Boussaada en traversant le Chott El Hodna (ain EL khadra – M'cif)

Le projet consiste en la construction d'une route reliant les deux villages de Ain Khedra et M'Cif. Il est situé dans la région des hauts plateaux à l'est d'Algérie dans la wilaya de M'Sila. Cette route permettra de réduire la distance actuelle entre les deux villages de 70 km à 16 km. La route projetée traverse le chott d'El Hodna pour le diviser en deux parties sur un linéaire de 11 km (d'après l'article : Construction d'une route sur un sol de mauvaise portance par la technique des géosynthétiques.)

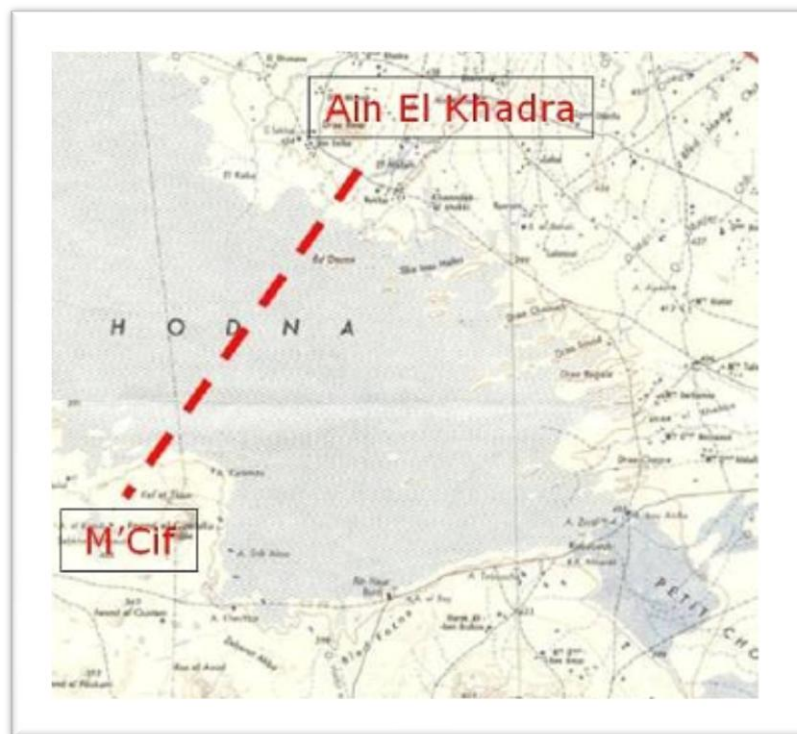


Figure VIII. 3 : Tracée de la route entre M'cif et Ain El Khadra

VIII .2.1.1. Caractéristiques géotechnique du projet

Le projet est caractérisé par sa situation immergée huit mois sur douze avec une lame d'eau qui peut atteindre 0,5 m en hiver et la faible portance du sol support et des couches sous jacentes



Photo .VIII. 1 : Etat de la surface du sol

VIII .2.1.2 Les solutions

La solution préconisée initialement consiste en la reconstitution de la couche de sol porteuse sur une épaisseur de 2,0 m et sur la totalité de la longueur du projet, avec un matériau d'apport de bonnes caractéristiques mécaniques. Cette solution présente un certains nombre d'inconvénients, notamment :

- La difficulté d'exécuter les terrassements dans une zone immergée à faible portance
- La difficulté de trouver les matériaux d'apport en qualité et en quantité
- Le risque de tassement différentiel
- Le cout excessif de la solution.

Après les investigations géotechniques complémentaires, la maîtrise d'œuvre a repris le dossier en validant définitivement la solution intégrant les géosynthétiques.

- Un géotextile de séparation/filtration (**S42**, **S61**) entre le sol support et les matériaux d'apport
- Une couche de matériaux de remblai de 30 cm d'épaisseur
- Une géogridde de renforcement bidirectionnelle
- Un réseau d'assainissement et de drainage constitué par des tubes en PEHD de diamètre 1000 mm, pour assurer la continuité des écoulements naturels entre les deux parties du chott
- Une protection des talus du remblai routier constituée par un géotextile de séparation/filtration posée directement sur les talus et une carapace d'enrochement.

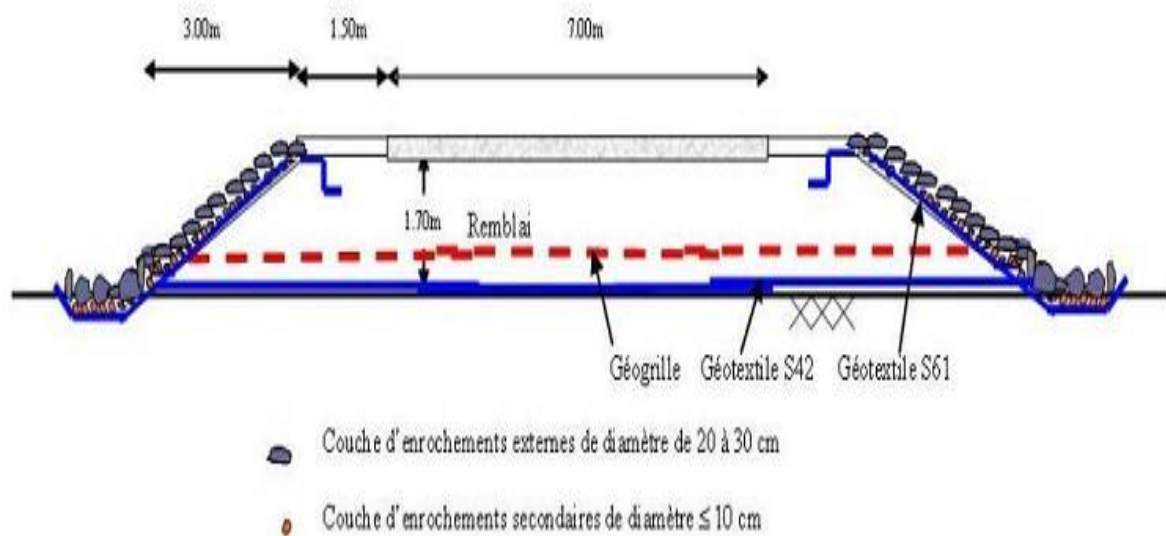


Figure VIII .4: Conception du remblai intégrant les géosynthétiques



Photo. VIII. 2 : Mise en place du géotextile



Photo. VIII .3 : Mise en place du géogrid



Photo. VIII. 4 : Mise en place des conduites PEHD (a) et protection des talus (b)

VIII .2.1.3. Conclusion

L'utilisation du renforcement par géosynthétiques permet d'améliorer la portance du sol support mou et la qualité du compactage

VIII .2.2. Contournement de la voie ferrée Biskra

Le projet contournement et l'aménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra (ligne El -ghourzi-Touggourt), se caractérise pour la travée d'une zone saline (remontée de sel), nécessitant un traitement de cette section.

VIII .2.2.1. Présentation de la zone saline

Elle est délimitée entre le PK 8+000 au PK 9+500. Dans cette zone, les sels sont apparents sur la surface de l'assiette. Dans un certain endroit la remontée d'eaux, bien que temporaire est visible (d'après le rapport de A.N.E.S.R.I.F)

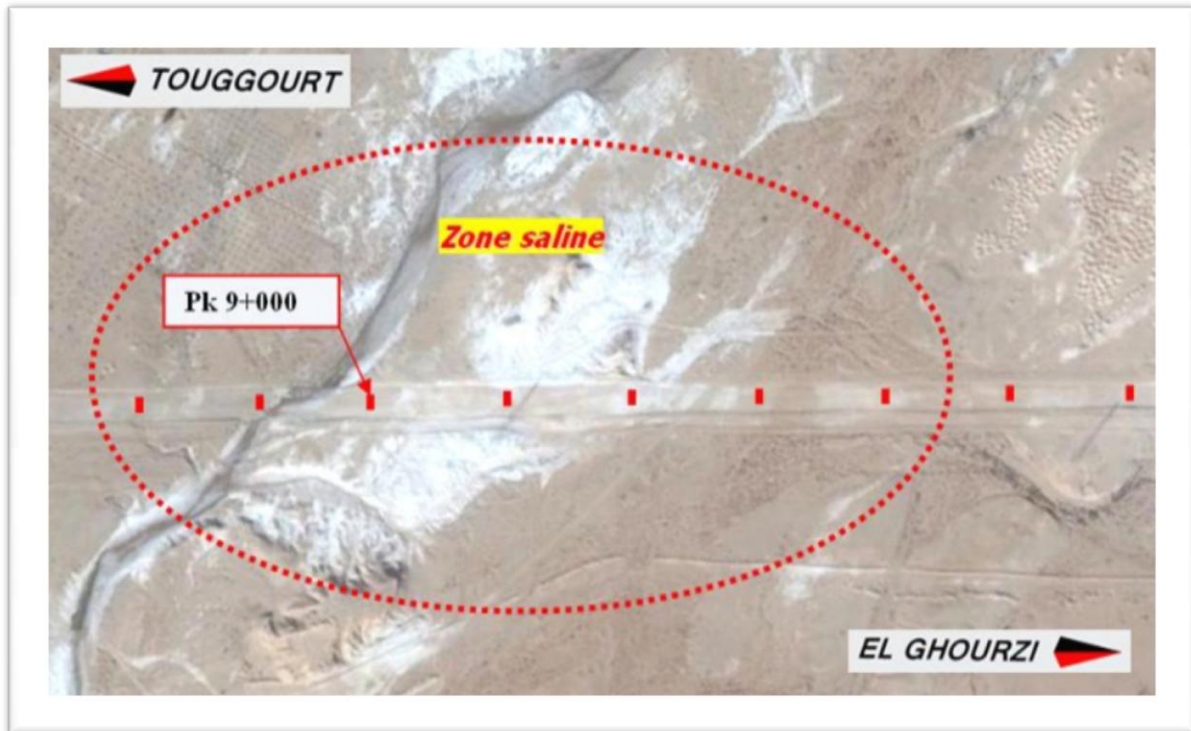


Figure VIII. 05 : L'image satellitaire montre la zone saline



Photo. VIII .5: photo montrant la présence de sel

VIII .2.2.2. Analyse chimique des puits de reconnaissance sur le terrain

Ce tableau représente les résultats des essais chimiques effectués sur des échantillons prélevés dans des puits de reconnaissance à une profondeur de 1.50 m

Désignation	Teneur exprimée par rapport au poids des matériaux secs		
	INSOLUBLES Mode opératoire interne	CARBONATES NF P94-048	SULFATES Mode opératoire interne
Puits 01 pk 8+150	58.40	32.81	1.55
Puits 02 pk 8+400	38.40	54.69	1.14
Puits 03 pk 8+600	78.90	Traces	0.72
Puits 04 pk 8+750	67.40	3.91	0.41
Puits 05 pk 8+900	68.10	3.13	0.93
Puits 06 pk 9+225	67.0	26.56	2.17
Puits 07 pk 9+325	64.30	28.13	1.44

Tableau VIII .1 : les résultats des essais chimiques

VIII .2.2.3. Essai géotechnique sur terrain (la portance du sol)

Ce tableau représente des essais géotechniques effectués sur terrain grâce à des essais de plaque circulaire de diamètre 60 cm.

Désignation	Essais de plaque circulaire de diamètre 60 cm		
	EV2	EV1	K
Pk 8+150	110.12	71.04	1.55
Pk 8+400	90.24	55.02	1.64
Pk 8+600	60.81	44.26	1.40
Pk 8+750	86.50	49.33	1.75
pk 8+900	80.11	41.52	1.92
Pk 9+225	75.00	38.52	1.94
Pk 9+325	112.50	70.31	1.60

Tableau VIII .2 : les résultats des essais de plaque

Au vu des résultats et après une analyse approfondie, le problème réside dans les remontées des eaux salines.

VIII .2.2.4. Traitement de la zone saline

Pour empêcher la remontée du sel, la solution est d'utiliser le géotextile Filtration- séparation et les matériaux granulaires par un système de matlat drainante C'est-à-dire :

- Drainage de toute la zone saline avec une pente de **4 %**
- Mise en place d'un géotextile de séparation- filtration (**AS 25**) il peut résister une contrainte de **20 KN/m²**.
- Mise en œuvre d'un matériau granulaire drainant (**20/40** ou **25/50**).
- la couverture de matériau granulaire par le géotextile

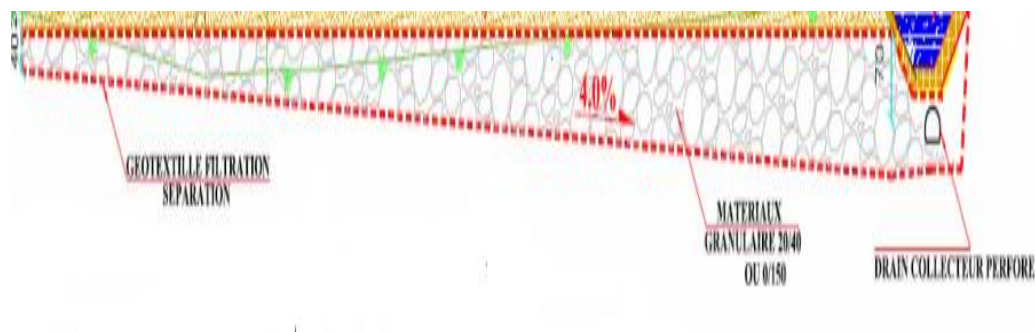


Figure VIII. 06: coupe transversal du matlat drainante

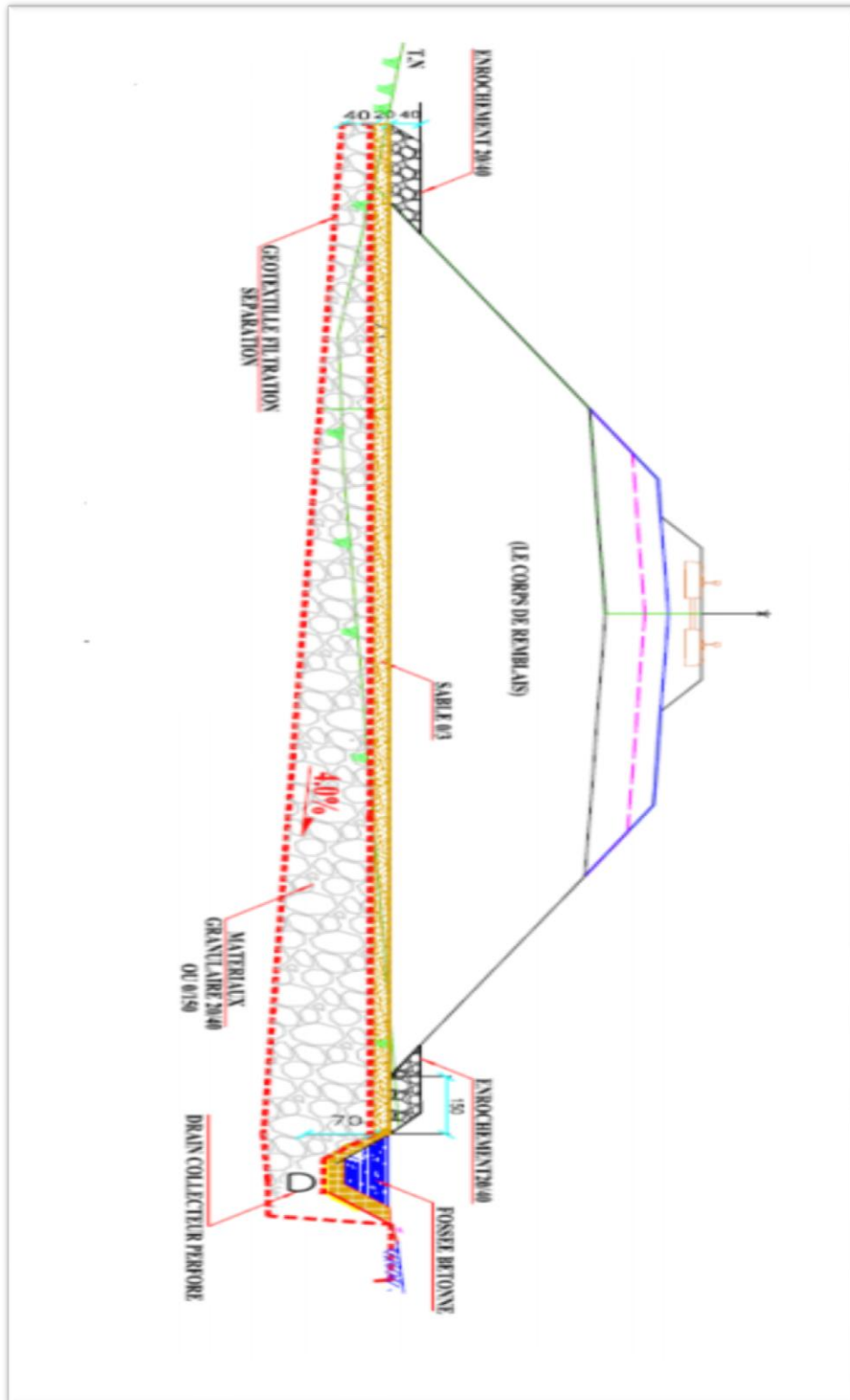


Figure. VIII. 07: la section à protéger contre les remontées d’eaux salines

TUBE PVC ROUTIER PERFORÉ DE Ø 200 CM							
Données techniques							
Diamètre nominal	DN	80	100	160	200	250	315
Diamètre	A (mm)	90	110	160	212	263	328
	B (mm)	79	98	146	192	238	297
	C (mm)	52	64	93	123	153	192
Section intérieure	(cm ²)	53	88	194	340	524	812
Surface captante	(cm ² /m)	>50					
Largeur des fentes selon NFP 16-351							
Largeur des barres							
Longueur utile (m)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Longueur avec manchon (m)		6.07	6.07	6.07	6.25	6.30	6.27
Manchon							
longueur (mm)		1.10	1.35	1.80	4.10	4.30	4.70
diamètre extérieur (mm)		95	116	166	225	280	340
Rayon de courbure minimal (m)		4.75	5.25	10.25	14.25	15.75	28.00
Type de perforation		2/3 (LP)			1/3 (MP)		

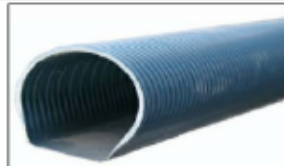
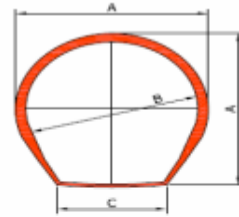


Figure .VIII. 08: canalisation utilisé (Tube PVC perforé)



Photo .VIII. 06 : Mise en place du géotextile (AS25)



Photo. VIII. 07 : Mise en place d'un matériau granulaire



Photo. VIII. 08 : la couverture par le géotextile

VIII .2.2.5. Conclusion

Cette solution proposée, à l'aide d'un géotextile, pour la zone saline concernant la voie ferrée est très efficace contre la remontée des eaux.

Les avantages de l'utilisation des géotextiles est de permettre d'éviter les problèmes de pression interstitielle et d'assurer une excellente imbrication sol- géotextile pour mobiliser l'effort de stabilisation des terres.

CHAPITRE IX

SOLUTIONS PROPOSÉES



IX.1. Introduction

Dans la zone inondable et qui Situé à chott, où en général les sols superficiels sont déstructurés par les cycles d'eau, aussi par effet du sel, donc nécessitent protéger la chaussée du cette zone.

La construction de remblai sur sol de faible portance, nécessitant la mise en œuvre de techniques et procédés de renforcement particuliers

IX.2. Solutions proposées

La mise en place du remblai sur la zone inondable et de la chaussée dans un chott pose beaucoup de problèmes. D'après les cas similaire indiqués auparavant, on a proposé d'utiliser deux techniques :

- Technique nouvelle « **géotextile - géogrille** ».
- Technique traditionnelle «**enrochements** ».

IX.2.1. Technique traditionnelle «les enrochements »

La zone d'étude peut être considéré comme fin de course de tous les cours d'eaux qui viennent du Nord et de l'Est tels que Oued Arab, Oued Abderrahmane, Oued Haguef, Oued Mziraa

Donc, pour protéger la route contre l'effet des eaux «l'inondation » et Les crues de l'oueds, les enrochements (, l'utilisation de roches et de pierres) est un moyen efficace de protection.

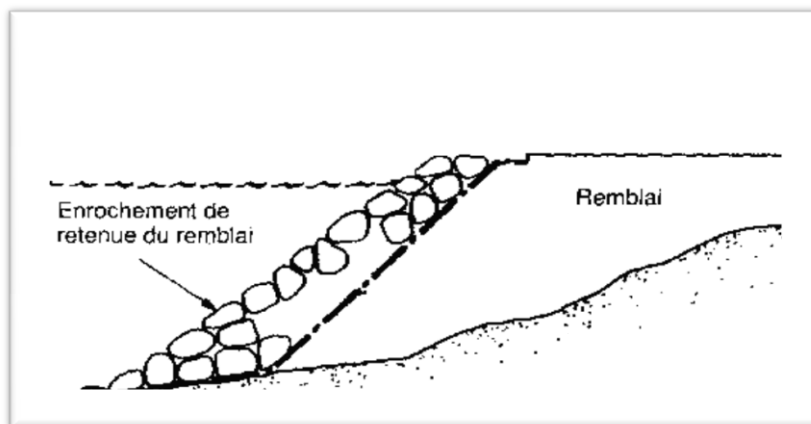


Figure IX.1 : protection de talus remblai (enrochement)

IX .2.2. Technique nouvelle « géotextile - géogrille »

A cause de La faible portance du sol et la présence de sel en surface qui pose de sérieuses difficultés de mise en œuvre et de stabilité du remblai routier et de corps de chaussée. L'utilisation des géosynthétiques (géotextile de séparation-filtration et géogrille) est favorisée.

IX .2.2.1. Préparation du site

La préparation du site s'effectue selon les moyens usuels de telle façon à assurer une surface plane dégagée de toutes cavités et apports végétaux.



Photo. IX.. 1 : décapage de la terre végétale

IX .2.2.2. Pose des géotextiles de séparation



Photo. IX. 2 : Pose des Géotextiles de séparation

Installation du Géotextile de séparation en déroulant des rouleaux, pour empêcher la remontée de sel en surface

IX .2.2.3. Mise en place de la 1^{ère} couche de remblai

La Mise en place d'une couche de remblai à l'aide d'une niveleuse ou d'un bull. Cette couche est probablement voisine de 30 cm mais à adapter en fonction de la réponse du terrain.



Photo. IX.3 : Mise en place de la 1^{ère} couche du remblai

IX .2.2.4. Pose du géogrille de renforcement

Le renforcement par le géogrille permet la construction de remblais sur sols de fondation très mou et la réalisation de pentes de talus de remblais plus raides qu'avec des sols non renforcés.



Photo. IX. 4 : Mise en place de géogrille

IX .2.2.5. Mise en place du remblai supérieur couche par couche

- La Mise en œuvre du remblai supérieur par couches successives de 30 cm
- Les matériaux devront être des granulaires insensibles à l'eau.
- Epanchage des remblais sur les géogrilles de renforcement de telle façon à :
 - Assurer une épaisseur de 30 cm.
 - Eviter les gros éléments.
 - Assurer un léger compactage.



Photo. IX. 5 : pose des couches de remblai sur la géogrille et compactage

IX .3. Conclusion : d'après les contraintes imposées sur le site de notre tronçon on a proposée les solutions suivantes :

- L'utilisation des enrochements pour la protection des talus
- L'utilisation des Géotextiles séparable et imperméable pour éviter la remonter de sel sur la surface du terrain.
- L'utilisation des géogrilles pour le renforcement par ce que la portance du sol est très faible et aussi pour améliorer les propriétés mécanique des sols.

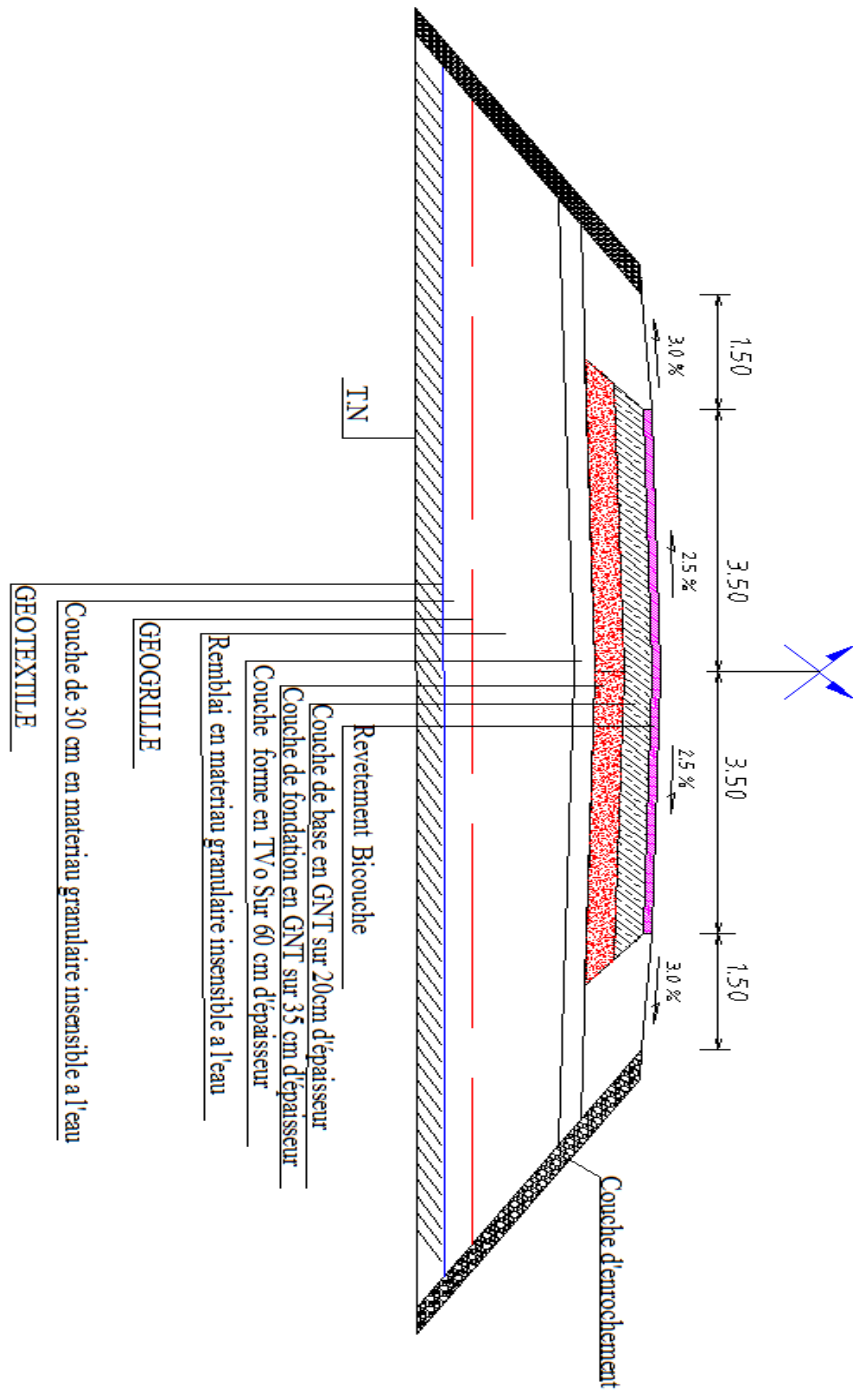


Figure IX .2 : Profil en travers type (Zone saline et inondable)

CHAPITRE X

Les Ouvrages de Drainage



X.1. Introduction

La route de notre projet est traversée par plusieurs oueds pour ce la, Il est nécessaire d'utiliser des ouvrages de drainage pour rétablir les traversées des eaux d'oueds sans danger ni pour la route ni pour l'usager.

X.2. Définition

Ce sont des petits ouvrages hydrauliques qui permettent à l'eau de franchir la route, en passant au dessous de celle-ci.

Les buses et dalots sont généralement les ouvrages les plus utilisés. C'est le calcul hydraulique qui déterminera le choix entre eux.

X.3. Dalot

Le dalot est une canalisation rectangulaire, cadre ou portique en béton armé, utilisé sous les traverses de route et les évacuations des débits d'eau important.



Figure X.1 : dalot

X .3.1. Type des dalots

Il existe 3 types de dalots couramment utilisés :

- **Les dalots ordinaires** constitués de piédroits verticaux fondés sur semelles ou radier général et sur lesquels repose une dalle en béton armé
- **Les dalots cadres** dans lesquels la dalle, les piédroits et le radier constituent une structure rigide en béton armé.
- **Les dalots portiques** analogues aux dalots cadres mais sans radier (piédroits verticaux fondés sur semelles).

Les dalots sont en général adoptés pour des débits élevés (dépassant $10 \text{ m}^3/\text{s}$).



Photo .X.1: Dalot portique



Photo. X.2 : Dalot cadre

X .3.2. Domaine d'utilisation

Les domaines d'utilisation des dalots sont principalement :

- Les traverses des routes
- L'évacuation des débits d'eau importants
- Les passages inférieurs
- Regards particuliers.

X. 3.3. Avantages du cadre rectangulaire

- Débit supérieur à encombrement égal
- Gain de terrassement
- Facilité d'emboîtement avec les joints montés en usine
- Compactage latéral uniforme
- Couverture supérieure réduite

X. 4. Buse

Élément de conduite qui assure l'écoulement et l'évacuation d'eaux sous une route, une voie ferrée ou une autre structure, Les buses sont de forme circulaire, en béton armé ou en métal. Le choix entre ces deux types dépend des critères économiques liés à la possibilité de fabrication locale ou non

X. 4.1. Buse en béton

De manière générale, la « **buse en béton** » est définie comme étant un tuyau de gros diamètre fabriqué en béton et qui est destiné à faire circuler des fluides.



Photo. X.3 : Buses en béton

- À cause de la malléabilité du béton quand le mélange est encore frais, la buse en béton peut revêtir plusieurs formes. Aussi elle peut être de section ovale, de section polygonale, mais la plus courante est la buse en béton de forme cylindrique.
- Le choix de la buse en béton dépend de plusieurs paramètres dont l'utilisation de la buse, la longueur de la conduite, le diamètre du conduit.
- Pour les buses de forme cylindrique qui sont les plus sollicitées, le diamètre minimal est de 300 mm, puis par pas de 100 mm, on retrouve des buses de diamètre 400, 500, 600 jusqu'à plus d'un mètre.

X. 4.2. Utilisations de la buse en béton

Les utilisations de la buse en béton sont nombreuses on les utilise à l'horizontale (avec une pente d'écoulement tout de même) dans les ouvrages de canalisation, de franchissement et d'écoulement des eaux pluviales, fossés et cours d'eau

X. 4.3. Buses métalliques

Ouvrages composites, constitués principalement d'une paroi métallique en tôles ondulées et d'un certain volume de sol qui l'entoure.



Photo. X.4 : Buses métalliques

X. 4.4. Les avantages

Les principaux avantages que peuvent présenter les buses métalliques sont essentiellement:

- Une flexibilité longitudinale plus grande que celle des ouvrages traditionnels, qui leur permet de supporter certaines déformations
- Une bonne aptitude à porter des charges de remblai élevées
- Une certaine rapidité de construction, directement liée à la pré- fabrication
- Une grande facilité de transport et d'assemblage
- Une gamme de dimensions et de formes très étendue
- Une possibilité de démontage et de réemploi.

X. 4.5. Utilisations

Ses utilisation sont diverses et variées dans le domaine de la route, de la construction enterrée, du confortement, et du soutènement :

- Passages inférieurs routiers
- Abris enterrés
- Galeries techniques et coffrages
- Caniveaux

X. 5. Réalisation du projet

On propose des conduites **PEHD** (Le polyéthylène haute densité) comme un ouvrage de drainage pour notre projet ce système est la solution idéale pour tout type de terrain



Photo .X.5 : Canalisation PEHD

X. 5.1. Domine d'Applications

Est un système de canalisation destiné à l'écoulement des eaux de surface et souterraines. Assainissement enterré sans pression pour les eaux pluviales, multi-usages dans l'environnement des bâtiments et des VRD

X. 5.2. Caractéristiques

- **Résistance chimique** : il est très résistant à la corrosion, à l'action des bases et des acides, ce qui lui permet d'être utilisé pour toutes les eaux usées domestiques, les eaux pluviales, les eaux de surface et les eaux souterraines.
- **Résistance à l'abrasion** : le polyéthylène est une des matières premières les plus performantes pour sa résistance à l'abrasion. De ce fait, il n'y a pas de dégradation du fil d'eau.
- **Légèreté** : son poids réduit est un atout majeur pour sa facilité de pose
- **Flexibilité** : moindre de déformations et résistants aux chocs

X. 5.3. Avantages

- Flexibilité, facilité de mise en œuvre
- Résistance à la pression et résistance mécanique
- Légèreté, facilité et rapidité de mise en œuvre
- Résistance mécanique aux chocs, à l'abrasion et à la corrosion
- Etanchéité
- Economique

X. 6. Conclusion

Dans notre projet on a utilisé pour le drainage de la route des conduites PEHD de diamètre 1000 mm Chaque cours d'eau et au niveau des dépressions

Devis Quantitatif et Estimatif



Devis Quantitatif et Estimatif

Désignation	Unité	PU : DA	Quantité	Prix : DA
Terrassement				
Déblais en sol inutilisable mise en dépôt	M ³	400.00	0.00	0.00
Remblais en provenance d'emprunts	M ³	400.00	44945	17978000.00
Décapage des terres végétales (0.2m)	M ²	300.00	66330,73	19899219.00
TOTAL 1				37877219.00
Chaussée				
couche de fondation en TVO	M ³	600.00	33827	20295960.00
couche de base en GNT	M ³	2000.00	18649	37297200.00
Enduit superficiel	M ²	250.00	31500	7875000.00
rechargement des accotements en TVO	M ³	600.0	11509	6905250.00
TOTAL 2				72373410.00
TOTAL H.T				110 250 629,00
TVA 19 %				20 947 619,51
TOTAL T.T.C				131 198 248,51

Le devis a été estimé à une somme de: **cent trente et un million cent quatre vingt dix huit milles deux cent quarante huit dinars et cinquante et un centimes.**

Conclusion générale



CONCLUSION GENERALE

Dans ce projet intitulé « étude d'une liaison El Haouche - El Feidh », nous voudrions revenir brièvement sur les obstacles que nous avons rencontrés lors de ce travail.

Sachant que, pour ce tracé il nous est imposé de franchir une zone inondable et un chott on a donc fait une étude complète qui englobe une étude géométrique « le tracé en plan, profil en long...etc. », géotechnique notamment les techniques de renforcement par géosynthétique, et une solution hydraulique avec la proposition concernant les ouvrages de drainage.

Dans ce travail, on s'est basée sur les points suivants :

- ✚ Calcule de nombre de voies
- ✚ Calcule l'épaisseur du corps de chaussée
- ✚ Etude géométrique concernant le profil en long sur **4.5 km**, trace en plan et profile en travers courants et profil en travers type
- ✚ Etude géotechnique avec des solutions proposée à partir des cas similaires sus-indiqué

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

Enfin, on peut dire que ce projet nous a été enrichissant pour notre formation en touchant une large connaissance du domaine de travaux public, qu'un ingénieur doit connaître

Bibliographie



BIBLIOGRAPHIE

- ✚ A.N.E.S.R.I.F étude du contournement et de l'aménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra. (Rapport géotechnique sur la zone saline)
- ✚ Angelbert Chabi Biaoou. Cours d'hydraulique routière 2009
- ✚ ARP (Aménagement des Routes Principales). → [SETRA, Aout 1994].
- ✚ B40 (Normes techniques d'aménagement des routes) → [octobre 1977].
- ✚ Bureau d'étude BLCR -Remadna Med Lazhari - Biskra. (Rapport géotechnique du liaison El haouche –El feidh)
- ✚ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (Fascicule 1 ,2et3) → [C.T.T.P, Novembre 2001].
- ✚ Kalli Fatima Zohra, Goumettre Ahmed. Manuel de projet de routes 2011
- ✚ Kalli Fatima Zohra, RAHAL. Conception des traces routier-Normes- Cours de routes 2012.
- ✚ Les enduits superficiels (laboratoire régional des ponts et chaussée) → [CETE de Lyon].
- ✚ Mémoire de magister Berrabah Fouad : étude du comportement des remblais renforcés par Géosynthétiques sols marécageux
- ✚ Rabah Arab* - Messaoud Zermani** - Mohamed Guagui***," La liaison M'Sila - Boussaada en traversant le Chott El Hodna - Algérie" Construction d'une route sur un sol de mauvaise portance par la technique des géosynthétiques.

ANNEXE



Axe En Plan

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	127.8671 g	328.428	0.000	240332.206	3830738.143
Clothoïde 1	Paramètre	-183.030	67.000	328.428	240629.667	3830598.926
Arc 1	Rayon	-500.000 m	9.297	395.428	240689.689	3830569.183
	Centre X	240447.901 m				
	Centre Y	3830131.532 m				
Clothoïde 2	Paramètre	183.030	67.000	404.724	240697.784	3830564.612
Droite 2	Gisement	137.5815 g	232.603	471.724	240754.252	3830528.577
Clothoïde 3	Paramètre	208.686	67.000	704.327	240947.489	3830399.102
Arc 2	Rayon	650.000 m	86.974	771.327	241003.775	3830362.774
	Centre X	241337.289 m				
	Centre Y	3830920.688 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-208.686	67.000	858.301	241081.186	3830323.268
Droite 3	Gisement	122.5011 g	328.818	925.301	241143.629	3830299.003
Clothoïde 5	Paramètre	-216.564	67.000	1254.119	241452.121	3830185.188
Arc 3	Rayon	-700.000 m	112.028	1321.119	241514.596	3830161.000
	Centre X	241241.162 m				
	Centre Y	3829516.613 m				
Clothoïde 6	Paramètre	216.564	67.000	1433.146	241613.789	3830109.192
Droite 4	Gisement	138.7829 g	689.108	1500.146	241669.335	3830071.739
Clothoïde 7	Paramètre	-191.964	67.000	2189.254	242234.476	3829677.423
Arc 4	Rayon	-550.000 m	105.419	2256.254	242288.625	3829637.984
	Centre X	241947.036 m				
	Centre Y	3829206.919 m				
Clothoïde 8	Paramètre	191.964	67.000	2361.674	242364.487	3829565.017
Droite 5	Gisement	158.7403 g	171.721	2428.674	242406.003	3829512.443
Clothoïde 9	Paramètre	173.638	67.000	2600.395	242509.667	3829375.542
Arc 5	Rayon	450.000 m	86.500	2667.395	242551.416	3829323.161
	Centre X	242888.971 m				
	Centre Y	3829620.746 m				
Clothoïde 10	Paramètre	-173.638	67.000	2753.895	242614.484	3829264.155
Droite 6	Gisement	137.0245 g	423.298	2820.895	242669.525	3829225.980
Clothoïde 11	Paramètre	208.686	67.000	3244.194	243023.232	3828993.444
Arc 6	Rayon	650.000 m	105.245	3311.194	243079.834	3828957.609
	Centre X	243408.453 m				
	Centre Y	3829518.420 m				
Clothoïde 12	Paramètre	-208.686	67.000	3416.438	243174.540	3828911.968
Droite 7	Gisement	120.1546 g	1014.176	3483.438	243237.835	3828890.021
				4497.614	244201.609	3828574.283
Longueur totale de l'axe 4497.614 mètre(s)						

Profil En Long Projet

Els Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.48 %	283.087	0.000	175.454
Parabole 1	Pente -0.48 %	33.827	283.087	174.106
	Rayon 4000.000 m			
	Sommet Absc. 302.138 m			
	Sommet Alt. 174.060 m			
Pente 2	Pente 0.37 %	141.942	316.913	174.088
Parabole 2	Pente 0.37 %	67.905	458.855	174.612
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 495.794 m			
	Sommet Alt. 174.680 m			
Pente 3	Pente -0.31 %	358.162	526.760	174.632
Parabole 3	Pente -0.31 %	30.544	884.922	173.523
	Rayon 5000.000 m			
	Sommet Absc. 900.405 m			
	Sommet Alt. 173.499 m			
Pente 4	Pente 0.30 %	157.713	915.466	173.522
Parabole 4	Pente 0.30 %	79.898	1073.180	173.997
	Rayon -12000.000 m			
	Sommet Absc. 1109.327 m			
	Sommet Alt. 174.051 m			
Pente 5	Pente -0.36 %	326.616	1153.078	173.972
Parabole 5	Pente -0.36 %	41.001	1479.694	172.781
	Rayon 6000.000 m			
	Sommet Absc. 1501.569 m			
	Sommet Alt. 172.741 m			
Pente 6	Pente 0.32 %	200.076	1520.694	172.771
Parabole 6	Pente 0.32 %	85.957	1720.770	173.409
	Rayon -12500.000 m			
	Sommet Absc. 1760.615 m			
	Sommet Alt. 173.473 m			
Pente 7	Pente -0.37 %	274.726	1806.728	173.388
Parabole 7	Pente -0.37 %	37.480	2081.454	172.374
	Rayon 5500.000 m			
	Sommet Absc. 2101.743 m			
	Sommet Alt. 172.337 m			
Pente 8	Pente 0.31 %	181.496	2118.934	172.364
Parabole 8	Pente 0.31 %	107.924	2300.430	172.931
	Rayon -15000.000 m			
	Sommet Absc. 2347.314 m			
	Sommet Alt. 173.004 m			
Pente 9	Pente -0.41 %	266.398	2408.354	172.880
Parabole 9	Pente -0.41 %	50.884	2674.752	171.796
	Rayon 6500.000 m			
	Sommet Absc. 2701.203 m			
	Sommet Alt. 171.742 m			
Pente 10	Pente 0.38 %	125.990	2725.636	171.788

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude	
Parabole 10	Pente	0.38 %	102.355	2851.626	172.262
	Rayon	-14500.000 m			
	Sommet Absc.	2906.131 m			
	Sommet Alt.	172.364 m			
	Pente	-0.33 %			
Pente 11	Pente	-0.33 %	329.575	2953.980	172.285
Parabole 11	Pente	-0.33 %	33.277	3283.556	171.198
	Rayon	4500.000 m			
	Sommet Absc.	3298.405 m			
	Sommet Alt.	171.173 m			
	Pente	0.41 %			
Pente 12	Pente	0.41 %	132.468	3316.832	171.211
Parabole 12	Pente	0.41 %	100.824	3449.301	171.753
	Rayon	-12500.000 m			
	Sommet Absc.	3500.486 m			
	Sommet Alt.	171.858 m			
	Pente	-0.40 %			
Pente 13	Pente	-0.40 %	270.984	3550.125	171.759
Parabole 13	Pente	-0.40 %	48.549	3821.108	170.683
	Rayon	7000.000 m			
	Sommet Absc.	3848.906 m			
	Sommet Alt.	170.628 m			
	Pente	0.30 %			
Pente 14	Pente	0.30 %	114.735	3869.657	170.659
Parabole 14	Pente	0.30 %	114.600	3984.392	170.999
	Rayon	-14000.000 m			
	Sommet Absc.	4025.896 m			
	Sommet Alt.	171.061 m			
	Pente	-0.52 %			
Pente 15	Pente	-0.52 %	83.308	4098.992	170.870
Parabole 15	Pente	-0.52 %	41.106	4182.301	170.435
	Rayon	5000.000 m			
	Sommet Absc.	4208.406 m			
	Sommet Alt.	170.367 m			
	Pente	0.30 %			
Pente 16	Pente	0.30 %	274.208	4223.406	170.389
				4497.614	171.212
Longueur totale de l'axe 4497.614 mètre(s)					

Cubatures Déblai Remblai (compensé)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	0.000	15.00	0.00	6.78	0.000	101.689	0	102
P.2	30.000	30.00	0.00	24.26	0.000	727.761	0	829
P.3	60.000	30.00	0.00	18.57	0.000	557.164	0	1387
P.4	90.000	30.00	0.00	16.58	0.000	497.436	0	1884
P.5	120.000	30.00	0.00	13.92	0.000	417.628	0	2302
P.6	150.000	30.00	0.00	11.46	0.000	343.726	0	2645
P.7	180.000	30.00	0.00	9.69	0.000	290.752	0	2936
P.8	210.000	30.00	0.00	7.70	0.000	230.879	0	3167
P.9	240.000	30.00	0.00	5.97	0.000	179.200	0	3346
P.10	270.000	30.00	0.00	4.34	0.000	130.268	0	3477
P.11	300.000	30.00	0.00	2.68	0.000	80.374	0	3557
P.12	330.000	30.00	0.00	3.50	0.000	105.075	0	3662
P.13	360.000	30.00	0.00	5.88	0.000	176.335	0	3838
P.14	390.000	30.00	0.00	8.69	0.000	260.986	0	4099
P.15	420.000	30.00	0.00	10.86	0.000	326.087	0	4425
P.16	450.000	30.00	0.00	12.67	0.000	380.242	0	4806
P.17	480.000	30.00	0.00	14.01	0.000	420.337	0	5226
P.18	510.000	30.00	0.00	14.59	0.000	437.741	0	5664
P.19	540.000	30.00	0.00	14.02	0.000	420.497	0	6084
P.20	570.000	30.00	0.00	12.47	0.000	373.951	0	6458
P.21	600.000	30.00	0.00	11.20	0.000	336.141	0	6794
P.22	630.000	30.00	0.00	10.39	0.000	311.563	0	7106
P.23	660.000	30.00	0.00	11.33	0.000	339.955	0	7446
P.24	690.000	30.00	0.00	10.19	0.000	305.697	0	7751
P.25	720.000	30.00	0.00	9.61	0.000	288.274	0	8040
P.26	750.000	30.00	0.00	8.48	0.000	254.667	0	8294
P.27	780.000	30.00	0.00	8.06	0.000	242.202	0	8537
P.28	810.000	30.00	0.00	7.17	0.000	215.294	0	8752
P.29	840.000	30.00	0.00	6.72	0.000	202.004	0	8954
P.30	870.000	30.00	0.00	5.93	0.000	178.333	0	9132
P.31	900.000	30.00	0.00	3.57	0.000	107.053	0	9239
P.32	930.000	30.00	0.00	4.12	0.000	123.608	0	9363
P.33	960.000	30.00	0.00	5.83	0.000	175.027	0	9538
P.34	990.000	30.00	0.00	7.62	0.000	228.538	0	9766
P.35	1020.000	30.00	0.00	9.03	0.000	270.999	0	10037
P.36	1050.000	30.00	0.00	10.94	0.000	328.208	0	10366
P.37	1080.000	30.00	0.00	12.95	0.000	388.459	0	10754
P.38	1110.000	30.00	0.00	14.06	0.000	421.701	0	11176
P.39	1140.000	30.00	0.00	13.95	0.000	418.495	0	11594
P.40	1170.000	30.00	0.00	12.95	0.000	388.589	0	11983
P.41	1200.000	30.00	0.00	12.19	0.000	365.685	0	12349
P.42	1230.000	30.00	0.00	11.53	0.000	345.851	0	12694
P.43	1260.000	30.00	0.00	10.73	0.000	321.946	0	13016
P.44	1290.000	30.00	0.00	10.32	0.000	309.655	0	13326
P.45	1320.000	30.00	0.00	9.93	0.000	298.277	0	13624
P.46	1350.000	30.00	0.00	8.92	0.000	267.813	0	13892
P.47	1380.000	30.00	0.00	8.34	0.000	250.513	0	14143
P.48	1410.000	30.00	0.00	7.44	0.000	223.452	0	14366
P.49	1440.000	30.00	0.00	6.26	0.000	187.950	0	14554
P.50	1470.000	30.00	0.00	4.14	0.000	124.210	0	14678
P.51	1500.000	30.00	0.00	3.37	0.000	101.146	0	14779
P.52	1530.000	30.00	0.00	4.70	0.000	140.954	0	14920
P.53	1560.000	30.00	0.00	6.29	0.000	188.663	0	15109
P.54	1590.000	30.00	0.00	8.02	0.000	240.722	0	15350
P.55	1620.000	30.00	0.00	9.73	0.000	291.790	0	15642
P.56	1650.000	30.00	0.00	11.39	0.000	341.839	0	15983
P.57	1680.000	30.00	0.00	13.23	0.000	396.795	0	16380
P.58	1710.000	30.00	0.00	15.21	0.000	456.291	0	16836
P.59	1740.000	30.00	0.00	16.93	0.000	507.826	0	17344

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.60	1770.000	30.00	0.00	16.70	0.000	501.009	0	17845
P.61	1800.000	30.00	0.00	16.51	0.000	495.170	0	18340
P.62	1830.000	30.00	0.00	15.18	0.000	455.471	0	18796
P.63	1860.000	30.00	0.00	15.25	0.000	457.385	0	19253
P.64	1890.000	30.00	0.00	12.51	0.000	375.190	0	19629
P.65	1920.000	30.00	0.00	10.41	0.000	312.358	0	19941
P.66	1950.000	30.00	0.00	9.22	0.000	276.541	0	20217
P.67	1980.000	30.00	0.00	8.04	0.000	241.299	0	20459
P.68	2010.000	30.00	0.00	6.76	0.000	202.865	0	20662
P.69	2040.000	30.00	0.00	5.46	0.000	163.695	0	20825
P.70	2070.000	30.00	0.00	4.17	0.000	125.165	0	20950
P.71	2100.000	30.00	0.00	3.35	0.000	100.472	0	21051
P.72	2130.000	30.00	0.00	4.50	0.000	134.869	0	21186
P.73	2160.000	30.00	0.00	6.13	0.000	183.875	0	21370
P.74	2190.000	30.00	0.00	7.78	0.000	233.501	0	21603
P.75	2220.000	30.00	0.00	10.17	0.000	305.203	0	21908
P.76	2250.000	30.00	0.00	12.18	0.000	365.738	0	22274
P.77	2280.000	30.00	0.00	13.59	0.000	408.007	0	22682
P.78	2310.000	30.00	0.00	14.61	0.000	438.969	0	23121
P.79	2340.000	30.00	0.00	16.16	0.000	485.382	0	23606
P.80	2370.000	30.00	0.00	16.68	0.000	500.691	0	24107
P.81	2400.000	30.00	0.00	15.31	0.000	459.381	0	24567
P.82	2430.000	30.00	0.00	13.63	0.000	408.795	0	24975
P.83	2460.000	30.00	0.00	12.24	0.000	367.184	0	25343
P.84	2490.000	30.00	0.00	10.70	0.000	321.038	0	25664
P.85	2520.000	30.00	0.00	9.30	0.000	279.109	0	25943
P.86	2550.000	30.00	0.00	8.39	0.000	251.709	0	26194
P.87	2580.000	30.00	0.00	7.35	0.000	220.460	0	26415
P.88	2610.000	30.00	0.00	6.03	0.000	180.809	0	26596
P.89	2640.000	30.00	0.00	5.51	0.000	165.453	0	26761
P.90	2670.000	30.00	0.00	4.83	0.000	145.335	0	26906
P.91	2700.000	30.00	0.00	4.71	0.000	141.987	0	27048
P.92	2730.000	30.00	0.00	5.55	0.000	166.869	0	27215
P.93	2760.000	30.00	0.00	8.13	0.000	244.257	0	27460
P.94	2790.000	30.00	0.00	9.58	0.000	287.561	0	27747
P.95	2820.000	30.00	0.00	11.48	0.000	344.323	0	28091
P.96	2850.000	30.00	0.00	13.70	0.000	410.959	0	28502
P.97	2880.000	30.00	0.00	15.31	0.000	459.246	0	28962
P.98	2910.000	30.00	0.00	16.51	0.000	495.374	0	29457
P.99	2940.000	30.00	0.00	16.20	0.000	485.890	0	29943
P.100	2970.000	30.00	0.00	15.00	0.000	449.927	0	30393
P.101	3000.000	30.00	0.00	14.02	0.000	420.585	0	30813
P.102	3030.000	30.00	0.00	12.63	0.000	379.027	0	31192
P.103	3060.000	30.00	0.00	11.04	0.000	331.096	0	31524
P.104	3090.000	30.00	0.00	9.99	0.000	299.747	0	31823
P.105	3120.000	30.00	0.00	8.90	0.000	266.989	0	32090
P.106	3150.000	30.00	0.00	7.68	0.000	230.485	0	32321
P.107	3180.000	30.00	0.00	6.63	0.000	199.049	0	32520
P.108	3210.000	30.00	0.00	5.65	0.000	169.579	0	32689
P.109	3240.000	30.00	0.00	4.70	0.000	141.034	0	32830
P.110	3270.000	30.00	0.00	4.22	0.000	126.653	0	32957
P.111	3300.000	30.00	0.00	4.38	0.000	131.637	0	33089
P.112	3330.000	30.00	0.00	6.51	0.000	195.488	0	33284
P.113	3360.000	30.00	0.00	8.48	0.000	254.776	0	33539
P.114	3390.000	30.00	0.00	10.73	0.000	322.284	0	33861
P.115	3420.000	30.00	0.00	13.11	0.000	393.587	0	34255
P.116	3450.000	30.00	0.00	14.92	0.000	447.708	0	34703
P.117	3480.000	30.00	0.00	16.06	0.000	481.783	0	35184
P.118	3510.000	30.00	0.00	17.08	0.000	512.326	0	35697
P.119	3540.000	30.00	0.00	16.26	0.000	487.830	0	36184
P.120	3570.000	30.00	0.00	14.87	0.000	446.067	0	36631
P.121	3600.000	30.00	0.00	13.77	0.000	412.989	0	37044
P.122	3630.000	30.00	0.00	12.12	0.000	363.662	0	37407

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.123	3660.000	30.00	0.00	10.42	0.000	312.704	0	37720
P.124	3690.000	30.00	0.00	8.63	0.000	259.035	0	37979
P.125	3720.000	30.00	0.00	6.82	0.000	204.650	0	38184
P.126	3750.000	30.00	0.00	5.59	0.000	167.754	0	38351
P.127	3780.000	30.00	0.00	4.18	0.000	125.318	0	38477
P.128	3810.000	30.00	0.00	3.01	0.000	90.419	0	38567
P.129	3840.000	30.00	0.00	1.96	0.000	58.782	0	38626
P.130	3870.000	30.00	0.00	2.67	0.000	79.994	0	38706
P.131	3900.000	30.00	0.00	4.38	0.000	131.383	0	38837
P.132	3930.000	30.00	0.00	6.34	0.000	190.200	0	39027
P.133	3960.000	30.00	0.00	8.06	0.000	241.753	0	39269
P.134	3990.000	30.00	0.00	10.18	0.000	305.274	0	39574
P.135	4020.000	30.00	0.00	12.51	0.000	375.354	0	39950
P.136	4050.000	30.00	0.00	12.94	0.000	388.217	0	40338
P.137	4080.000	30.00	0.00	12.47	0.000	374.226	0	40712
P.138	4110.000	30.00	0.00	10.96	0.000	328.738	0	41041
P.139	4140.000	30.00	0.00	7.97	0.000	239.204	0	41280
P.140	4170.000	30.00	0.00	5.58	0.000	167.317	0	41448
P.141	4200.000	30.00	0.00	3.91	0.000	117.233	0	41565
P.142	4230.000	30.00	0.00	5.01	0.000	150.306	0	41715
P.143	4260.000	30.00	0.00	6.62	0.000	198.540	0	41914
P.144	4290.000	30.00	0.00	8.60	0.000	257.913	0	42172
P.145	4320.000	30.00	0.00	10.26	0.000	307.768	0	42479
P.146	4350.000	30.00	0.00	10.29	0.000	308.692	0	42788
P.147	4380.000	30.00	0.00	12.35	0.000	370.507	0	43158
P.148	4410.000	30.00	0.00	14.76	0.000	442.940	0	43601
P.149	4440.000	30.00	0.00	15.82	0.000	474.456	0	44076
P.150	4470.000	28.81	0.00	20.38	0.000	587.090	0	44663
P.151	4497.614	13.81	0.00	20.41	0.000	281.778	0	44945

Profils En Travers

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	0.000	Droite 1	Pente 1	173.954	175.454	227.867	240332.206	3830738.143	2.50	-2.50
P.2	30.000	Droite 1	Pente 1	172.734	175.311	227.867	240359.377	3830725.426	2.50	-2.50
P.3	60.000	Droite 1	Pente 1	172.897	175.168	227.867	240386.549	3830712.709	2.50	-2.50
P.4	90.000	Droite 1	Pente 1	172.876	175.025	227.867	240413.720	3830699.993	2.50	-2.50
P.5	120.000	Droite 1	Pente 1	172.910	174.882	227.867	240440.891	3830687.276	2.50	-2.50
P.6	150.000	Droite 1	Pente 1	172.913	174.740	227.867	240468.063	3830674.559	2.50	-2.50
P.7	180.000	Droite 1	Pente 1	172.873	174.597	227.867	240495.234	3830661.843	2.50	-2.50
P.8	210.000	Droite 1	Pente 1	172.842	174.454	227.867	240522.406	3830649.126	2.50	-2.50
P.9	240.000	Droite 1	Pente 1	172.913	174.311	227.867	240549.577	3830636.409	2.50	-2.50
P.10	270.000	Droite 1	Pente 1	172.785	174.168	227.867	240576.748	3830623.693	2.50	-2.50
P.11	300.000	Droite 1	Parabole 1	172.913	174.061	227.867	240603.920	3830610.976	2.50	-2.50
P.12	330.000	Clothoïde 1	Pente 2	172.890	174.136	227.869	240631.091	3830598.259	2.36	-2.50
P.13	360.000	Clothoïde 1	Pente 2	172.856	174.247	228.814	240658.196	3830585.401	-0.23	-2.50
P.14	390.000	Clothoïde 1	Pente 2	172.808	174.358	231.469	240684.924	3830571.783	-2.82	-2.82
P.15	420.000	Clothoïde 2	Pente 2	172.750	174.468	235.039	240710.906	3830556.792	-1.97	-2.50
P.16	450.000	Clothoïde 2	Pente 2	172.688	174.579	237.133	240736.176	3830540.627	0.62	-2.50
P.17	480.000	Droite 2	Parabole 2	172.675	174.668	237.582	240761.127	3830523.970	2.50	-2.50
P.18	510.000	Droite 2	Parabole 2	172.616	174.670	237.582	240786.050	3830507.271	2.50	-2.50
P.19	540.000	Droite 2	Pente 3	172.605	174.591	237.582	240810.973	3830490.572	2.50	-2.50
P.20	570.000	Droite 2	Pente 3	172.604	174.498	237.582	240835.895	3830473.873	2.50	-2.50
P.21	600.000	Droite 2	Pente 3	172.591	174.405	237.582	240860.818	3830457.174	2.50	-2.50
P.22	630.000	Droite 2	Pente 3	172.551	174.313	237.582	240885.741	3830440.475	2.50	-2.50
P.23	660.000	Droite 2	Pente 3	172.403	174.220	237.582	240910.664	3830423.776	2.50	-2.50
P.24	690.000	Droite 2	Pente 3	172.449	174.127	237.582	240935.586	3830407.077	2.50	-2.50
P.25	720.000	Clothoïde 3	Pente 3	172.248	174.034	237.402	240960.517	3830390.390	2.50	-1.33
P.26	750.000	Clothoïde 3	Pente 3	172.371	173.941	236.057	240985.633	3830373.983	2.50	0.91
P.27	780.000	Arc 2	Pente 3	172.320	173.848	233.451	241011.249	3830358.373	2.50	2.50
P.28	810.000	Arc 2	Pente 3	172.277	173.755	230.513	241037.540	3830343.929	2.50	2.50
P.29	840.000	Arc 2	Pente 3	172.233	173.662	227.575	241064.469	3830330.714	2.50	2.50
P.30	870.000	Clothoïde 4	Pente 3	172.175	173.569	224.736	241091.977	3830318.749	2.50	1.63
P.31	900.000	Clothoïde 4	Parabole 3	172.224	173.499	222.969	241119.914	3830307.819	2.50	-0.61
P.32	930.000	Droite 3	Pente 4	172.226	173.566	222.501	241148.038	3830297.377	2.50	-2.50
P.33	960.000	Droite 3	Pente 4	172.196	173.656	222.501	241176.184	3830286.993	2.50	-2.50
P.34	990.000	Droite 3	Pente 4	172.164	173.746	222.501	241204.329	3830276.609	2.50	-2.50
P.35	1020.000	Droite 3	Pente 4	172.168	173.837	222.501	241232.475	3830266.225	2.50	-2.50
P.36	1050.000	Droite 3	Pente 4	172.124	173.927	222.501	241260.620	3830255.841	2.50	-2.50
P.37	1080.000	Droite 3	Parabole 4	172.086	174.016	222.501	241288.766	3830245.457	2.50	-2.50
P.38	1110.000	Droite 3	Parabole 4	172.055	174.051	222.501	241316.911	3830235.073	2.50	-2.50
P.39	1140.000	Droite 3	Parabole 4	172.021	174.012	222.501	241345.057	3830224.689	2.50	-2.50
P.40	1170.000	Droite 3	Pente 5	171.982	173.910	222.501	241373.203	3830214.305	2.50	-2.50
P.41	1200.000	Droite 3	Pente 5	171.933	173.801	222.501	241401.348	3830203.921	2.50	-2.50
P.42	1230.000	Droite 3	Pente 5	171.863	173.691	222.501	241429.494	3830193.537	2.50	-2.50
P.43	1260.000	Clothoïde 5	Pente 5	171.805	173.582	222.525	241457.639	3830183.152	2.06	-2.50
P.44	1290.000	Clothoïde 5	Pente 5	171.762	173.472	223.375	241485.727	3830172.615	-0.18	-2.50
P.45	1320.000	Clothoïde 5	Pente 5	171.723	173.363	225.447	241513.565	3830161.436	-2.42	-2.50
P.46	1350.000	Arc 3	Pente 5	171.677	173.254	228.174	241540.942	3830149.173	-2.50	-2.50
P.47	1380.000	Arc 3	Pente 5	171.602	173.144	230.903	241567.768	3830135.749	-2.50	-2.50
P.48	1410.000	Arc 3	Pente 5	171.554	173.035	233.631	241593.995	3830121.187	-2.50	-2.50
P.49	1440.000	Clothoïde 6	Pente 5	171.516	172.926	236.328	241619.574	3830105.516	-1.99	-2.50
P.50	1470.000	Clothoïde 6	Pente 5	171.515	172.816	238.166	241644.556	3830088.909	0.25	-2.50
P.51	1500.000	Clothoïde 6	Parabole 5	171.454	172.741	238.783	241669.215	3830071.823	2.49	-2.50
P.52	1530.000	Droite 4	Pente 6	171.420	172.801	238.783	241693.818	3830054.656	2.50	-2.50
P.53	1560.000	Droite 4	Pente 6	171.411	172.897	238.783	241718.421	3830037.490	2.50	-2.50
P.54	1590.000	Droite 4	Pente 6	171.385	172.992	238.783	241743.025	3830020.324	2.50	-2.50
P.55	1620.000	Droite 4	Pente 6	171.367	173.088	238.783	241767.628	3830003.157	2.50	-2.50
P.56	1650.000	Droite 4	Pente 6	171.350	173.184	238.783	241792.231	3829985.991	2.50	-2.50
P.57	1680.000	Droite 4	Pente 6	171.335	173.279	238.783	241816.834	3829968.824	2.50	-2.50
P.58	1710.000	Droite 4	Pente 6	171.309	173.375	238.783	241841.437	3829951.658	2.50	-2.50
P.59	1740.000	Droite 4	Parabole 6	171.304	173.456	238.783	241866.040	3829934.492	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	1770.000	Droite 4	Parabole 6	171.328	173.469	238.783	241890.644	3829917.325	2.50	-2.50
P.61	1800.000	Droite 4	Parabole 6	171.262	173.411	238.783	241915.247	3829900.159	2.50	-2.50
P.62	1830.000	Droite 4	Pente 7	171.238	173.302	238.783	241939.850	3829882.993	2.50	-2.50
P.63	1860.000	Droite 4	Pente 7	171.101	173.191	238.783	241964.453	3829865.826	2.50	-2.50
P.64	1890.000	Droite 4	Pente 7	171.183	173.080	238.783	241989.056	3829848.660	2.50	-2.50
P.65	1920.000	Droite 4	Pente 7	171.211	172.970	238.783	242013.660	3829831.494	2.50	-2.50
P.66	1950.000	Droite 4	Pente 7	171.177	172.859	238.783	242038.263	3829814.327	2.50	-2.50
P.67	1980.000	Droite 4	Pente 7	171.141	172.748	238.783	242062.866	3829797.161	2.50	-2.50
P.68	2010.000	Droite 4	Pente 7	171.116	172.638	238.783	242087.469	3829779.995	2.50	-2.50
P.69	2040.000	Droite 4	Pente 7	171.095	172.527	238.783	242112.072	3829762.828	2.50	-2.50
P.70	2070.000	Droite 4	Pente 7	171.074	172.416	238.783	242136.675	3829745.662	2.50	-2.50
P.71	2100.000	Droite 4	Parabole 7	171.053	172.337	238.783	242161.279	3829728.495	2.50	-2.50
P.72	2130.000	Droite 4	Pente 8	171.032	172.398	238.783	242185.882	3829711.329	2.50	-2.50
P.73	2160.000	Droite 4	Pente 8	171.012	172.492	238.783	242210.485	3829694.163	2.50	-2.50
P.74	2190.000	Clothoïde 7	Pente 8	170.962	172.586	238.783	242235.088	3829676.996	2.44	-2.50
P.75	2220.000	Clothoïde 7	Pente 8	170.961	172.680	239.599	242259.616	3829659.723	-0.01	-2.50
P.76	2250.000	Clothoïde 7	Pente 8	170.996	172.773	241.970	242283.702	3829641.841	-2.47	-2.50
P.77	2280.000	Arc 4	Pente 8	170.984	172.867	245.409	242306.912	3829622.839	-2.98	-2.98
P.78	2310.000	Arc 4	Parabole 8	171.027	172.958	248.882	242329.052	3829602.600	-2.98	-2.98
P.79	2340.000	Arc 4	Parabole 8	170.973	173.002	252.354	242350.056	3829581.185	-2.98	-2.98
P.80	2370.000	Clothoïde 8	Parabole 8	170.912	172.987	255.767	242369.863	3829558.658	-2.30	-2.50
P.81	2400.000	Clothoïde 8	Parabole 8	170.876	172.912	258.030	242388.609	3829535.238	0.16	-2.50
P.82	2430.000	Droite 5	Pente 9	170.815	172.792	258.740	242406.804	3829511.386	2.50	-2.50
P.83	2460.000	Droite 5	Pente 9	170.781	172.670	258.740	242424.914	3829487.469	2.50	-2.50
P.84	2490.000	Droite 5	Pente 9	170.763	172.548	258.740	242443.024	3829463.552	2.50	-2.50
P.85	2520.000	Droite 5	Pente 9	170.730	172.426	258.740	242461.135	3829439.635	2.50	-2.50
P.86	2550.000	Droite 5	Pente 9	170.663	172.304	258.740	242479.245	3829415.719	2.50	-2.50
P.87	2580.000	Droite 5	Pente 9	170.614	172.181	258.740	242497.355	3829391.802	2.50	-2.50
P.88	2610.000	Clothoïde 9	Pente 9	170.600	172.059	258.643	242515.470	3829367.888	2.50	-1.62
P.89	2640.000	Clothoïde 9	Pente 9	170.568	171.937	257.084	242533.848	3829344.177	2.50	1.15
P.90	2670.000	Arc 5	Pente 9	170.516	171.815	253.633	242553.145	3829321.212	3.67	3.67
P.91	2700.000	Arc 5	Parabole 9	170.441	171.742	249.388	242573.845	3829299.505	3.67	3.67
P.92	2730.000	Arc 5	Pente 10	170.450	171.804	245.144	242595.945	3829279.226	3.67	3.67
P.93	2760.000	Clothoïde 10	Pente 10	170.393	171.917	240.939	242619.346	3829260.463	3.11	3.11
P.94	2790.000	Clothoïde 10	Pente 10	170.358	172.030	238.032	242643.799	3829243.088	2.50	0.35
P.95	2820.000	Clothoïde 10	Pente 10	170.312	172.143	237.025	242668.777	3829226.472	2.50	-2.42
P.96	2850.000	Droite 6	Pente 10	170.276	172.256	237.024	242693.845	3829209.992	2.50	-2.50
P.97	2880.000	Droite 6	Parabole 10	170.271	172.341	237.024	242718.913	3829193.512	2.50	-2.50
P.98	2910.000	Droite 6	Parabole 10	170.218	172.364	237.024	242743.981	3829177.031	2.50	-2.50
P.99	2940.000	Droite 6	Parabole 10	170.185	172.325	237.024	242769.049	3829160.551	2.50	-2.50
P.100	2970.000	Droite 6	Pente 11	170.177	172.232	237.024	242794.117	3829144.071	2.50	-2.50
P.101	3000.000	Droite 6	Pente 11	170.139	172.133	237.024	242819.184	3829127.590	2.50	-2.50
P.102	3030.000	Droite 6	Pente 11	170.154	172.034	237.024	242844.252	3829111.110	2.50	-2.50
P.103	3060.000	Droite 6	Pente 11	170.132	171.935	237.024	242869.320	3829094.630	2.50	-2.50
P.104	3090.000	Droite 6	Pente 11	170.101	171.836	237.024	242894.388	3829078.149	2.50	-2.50
P.105	3120.000	Droite 6	Pente 11	170.073	171.737	237.024	242919.456	3829061.669	2.50	-2.50
P.106	3150.000	Droite 6	Pente 11	170.049	171.638	237.024	242944.524	3829045.189	2.50	-2.50
P.107	3180.000	Droite 6	Pente 11	170.028	171.539	237.024	242969.592	3829028.708	2.50	-2.50
P.108	3210.000	Droite 6	Pente 11	169.996	171.440	237.024	242994.660	3829012.228	2.50	-2.50
P.109	3240.000	Droite 6	Pente 11	169.962	171.341	237.024	243019.727	3828995.748	2.50	-2.50
P.110	3270.000	Clothoïde 11	Pente 11	169.938	171.242	236.538	243044.831	3828979.322	2.50	-0.57
P.111	3300.000	Clothoïde 11	Parabole 11	169.891	171.173	234.748	243070.223	3828963.347	2.50	1.66
P.112	3330.000	Arc 6	Pente 12	169.844	171.265	231.902	243096.195	3828948.337	2.50	2.50
P.113	3360.000	Arc 6	Pente 12	169.835	171.388	228.963	243122.830	3828934.538	2.50	2.50
P.114	3390.000	Arc 6	Pente 12	169.807	171.510	226.025	243150.073	3828921.981	2.50	2.50
P.115	3420.000	Clothoïde 12	Pente 12	169.787	171.633	223.096	243177.866	3828910.695	2.50	2.23
P.116	3450.000	Clothoïde 12	Parabole 12	169.752	171.756	220.972	243206.103	3828900.567	2.50	-0.00
P.117	3480.000	Clothoïde 12	Parabole 12	169.732	171.841	220.163	243234.567	3828891.092	2.50	-2.24
P.118	3510.000	Droite 7	Parabole 12	169.683	171.854	220.155	243263.076	3828881.752	2.50	-2.50
P.119	3540.000	Droite 7	Parabole 12	169.674	171.796	220.155	243291.586	3828872.412	2.50	-2.50
P.120	3570.000	Droite 7	Pente 13	169.642	171.680	220.155	243320.095	3828863.072	2.50	-2.50
P.121	3600.000	Droite 7	Pente 13	169.596	171.561	220.155	243348.604	3828853.733	2.50	-2.50
P.122	3630.000	Droite 7	Pente 13	169.570	171.442	220.155	243377.113	3828844.393	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.123	3660.000	Droite 7	Pente 13	169.555	171.323	220.155	243405.622	3828835.053	2.50	-2.50
P.124	3690.000	Droite 7	Pente 13	169.565	171.204	220.155	243434.131	3828825.713	2.50	-2.50
P.125	3720.000	Droite 7	Pente 13	169.561	171.085	220.155	243462.640	3828816.374	2.50	-2.50
P.126	3750.000	Droite 7	Pente 13	169.529	170.966	220.155	243491.149	3828807.034	2.50	-2.50
P.127	3780.000	Droite 7	Pente 13	169.498	170.847	220.155	243519.658	3828797.694	2.50	-2.50
P.128	3810.000	Droite 7	Pente 13	169.469	170.727	220.155	243548.167	3828788.354	2.50	-2.50
P.129	3840.000	Droite 7	Parabole 13	169.438	170.634	220.155	243576.677	3828779.015	2.50	-2.50
P.130	3870.000	Droite 7	Pente 14	169.422	170.660	220.155	243605.186	3828769.675	2.50	-2.50
P.131	3900.000	Droite 7	Pente 14	169.391	170.749	220.155	243633.695	3828760.335	2.50	-2.50
P.132	3930.000	Droite 7	Pente 14	169.350	170.838	220.155	243662.204	3828750.995	2.50	-2.50
P.133	3960.000	Droite 7	Pente 14	169.331	170.927	220.155	243690.713	3828741.656	2.50	-2.50
P.134	3990.000	Droite 7	Parabole 14	169.265	171.015	220.155	243719.222	3828732.316	2.50	-2.50
P.135	4020.000	Droite 7	Parabole 14	169.164	171.059	220.155	243747.731	3828722.976	2.50	-2.50
P.136	4050.000	Droite 7	Parabole 14	169.157	171.040	220.155	243776.240	3828713.636	2.50	-2.50
P.137	4080.000	Droite 7	Parabole 14	169.044	170.956	220.155	243804.749	3828704.297	2.50	-2.50
P.138	4110.000	Droite 7	Pente 15	169.002	170.812	220.155	243833.258	3828694.957	2.50	-2.50
P.139	4140.000	Droite 7	Pente 15	169.053	170.656	220.155	243861.768	3828685.617	2.50	-2.50
P.140	4170.000	Droite 7	Pente 15	169.055	170.499	220.155	243890.277	3828676.277	2.50	-2.50
P.141	4200.000	Droite 7	Parabole 15	169.033	170.374	220.155	243918.786	3828666.938	2.50	-2.50
P.142	4230.000	Droite 7	Pente 16	169.006	170.409	220.155	243947.295	3828657.598	2.50	-2.50
P.143	4260.000	Droite 7	Pente 16	168.992	170.499	220.155	243975.804	3828648.258	2.50	-2.50
P.144	4290.000	Droite 7	Pente 16	168.946	170.589	220.155	244004.313	3828638.918	2.50	-2.50
P.145	4320.000	Droite 7	Pente 16	168.926	170.679	220.155	244032.822	3828629.579	2.50	-2.50
P.146	4350.000	Droite 7	Pente 16	169.028	170.769	220.155	244061.331	3828620.239	2.50	-2.50
P.147	4380.000	Droite 7	Pente 16	168.976	170.859	220.155	244089.840	3828610.899	2.50	-2.50
P.148	4410.000	Droite 7	Pente 16	168.906	170.949	220.155	244118.350	3828601.559	2.50	-2.50
P.149	4440.000	Droite 7	Pente 16	168.951	171.039	220.155	244146.859	3828592.220	2.50	-2.50
P.150	4470.000	Droite 7	Pente 16	168.763	171.129	220.155	244175.368	3828582.880	2.50	-2.50
P.151	4497.614	Droite 7	Pente 16	168.836	171.212	220.155	244201.609	3828574.283	2.50	-2.50

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (compensé)

Matériau	Volume Cumulé
GNT	18648.60
TVO	33826.60