

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

**UNIVERSITE d'ADRAR**  
**FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE**



## **RAPPORT DE STAGE**

**En vue de l'obtention du diplôme de LICENCE en génie civil**

**Option : infrastructure urbaine**

## **Thème**

**RAPPORT EXPLICATIF**

**ÉTUDE POUR LA RÉALISATION D'UN TRONÇON**  
**DE ROUTE DE 175 KM RELIANT ADRAR – AOULEF**

**Présenté par :**

**- RACHID TAHAR**

**- BEKHOUTI MOURAD**

**Suivi par :**

**DTP. Adrar**

**Examineurs :**

**Univ.d'ADRAR**

**Année universitaire 2013/2014**

## *Remerciements :*

Nous remercions ALLH le tout puissant de nous avoir donné patience, santé et volonté tout au long de notre étude.

nous remercions le directeur de la direction des travaux publics de la wilaya d'Adrar ,et tout l'équipe qui nous a accompagné tout au long du stage au sein de la direction .

nous remercions le ingénieur de control de les projet dans la D.T.P

Enfin nous remercions le directeur bureau d'étude la SAETI (chef de projet) .

## Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. Introduction</b> .....                        | <b>2</b>  |
| <b>II. présentation de projet</b> .....             | <b>3</b>  |
| 1-Buts du projet.....                               | 3         |
| 2-Importance du projet.....                         | 3         |
| <b>III. L'étude du projet</b> .....                 | <b>4</b>  |
| 1.présentation du site d'étude.....                 | 4         |
| 2.Conception du trace .....                         | 4         |
| 3.Etude topographique.....                          | 4         |
| 4. Etude géotechnique.....                          | 5         |
| 5. Géologie locale .....                            | 6         |
| 6. Interprétation des résultats géotechniques ..... | 7         |
| 7.Etude géométrique.....                            | 8         |
| <b>IV. Dimensionnement de chaussée</b> .....        | <b>14</b> |
| <b>V. conclusion générale</b> .....                 | <b>16</b> |

## I. Introduction :

L'augmentation incontestable du trafic de la circulation automobile légère et celles des transports sur routes dans la wilaya d'Adrar, a permis d'envisager la création de nouvelles liaisons, Adrar Aoulef, rendue nécessaire pour répondre aux besoins du transport à la demande de la direction des travaux public d'Adrar.

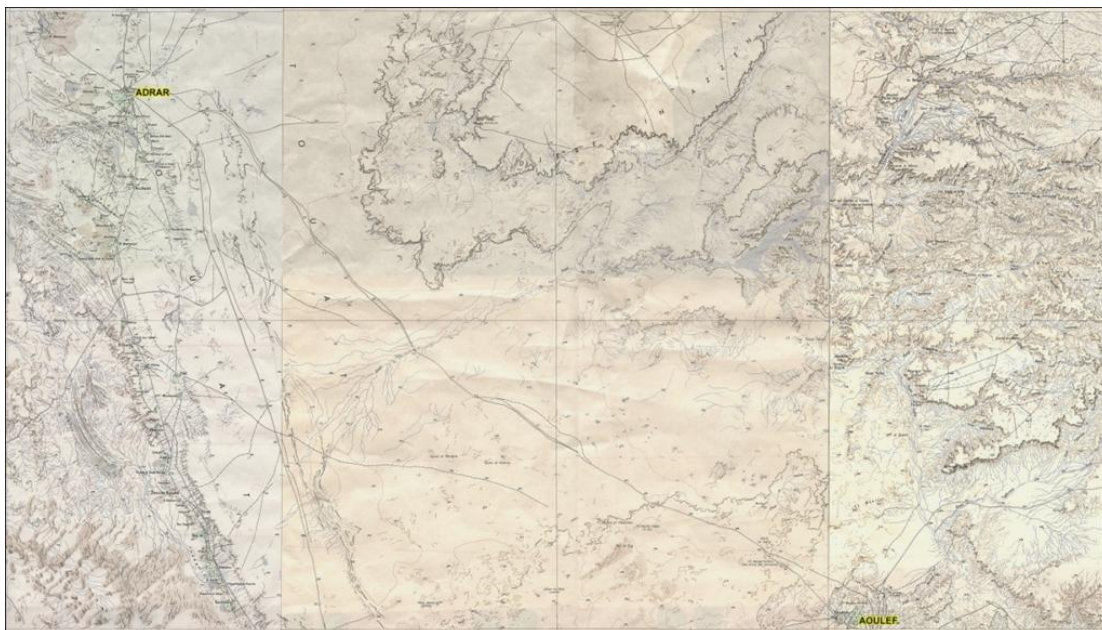
On s'est basé dans ce rapport sur l'étude géométrique et géotechnique faite par bureau d'étude la SAETI à l'intérêt de **la direction des travaux publics** de la wilaya d'Adrar, et à partir de cette étude on peut exploiter le dossier d'exécution qui dont les caractéristiques et les dimensions de la route suivant l'hypsométrie et la nature de la région.

Les prospections géologiques et géotechniques du sol servant d'assiette à la réalisation de la route, ont été menées par le Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest (L.T.P.O), unité de Bechar sur la base d'un programme établi par la SAETI. Les résultats des reconnaissances (Dossier ODS n° : 31 du 27/05/2010) sont exploités et interprétés dans ce présent rapport.

Dans ce travail nous allons rapporter l'étude de route reliant Adrar à Aoulef.

## II. présentation de projet étudier:

La future liaison qui reliera Adrar à Aoulef sur 175.667 kms s'inscrit dans le cadre du développement du réseau routier de la wilaya d'Adrar et le réseau national ainsi que le développement économique de la wilaya et le désenclavement de la localité de In Belbel.



**Figure1** : situation de la commune de Oulef ,wilaya d'adrar

### 1-But du projet :

Le projet a pour but la réalisation d'une route qui reliera Adrar à Aoulef sur un linéaire de 175.667 kms et beaucoup plus desservira la localité de In Belbel.

### 2- Importance du projet

Ce projet est considéré comme l'un des plus important et grand projets que l'entreprise ait acquis au niveau du grand sud Algérien, et cela, à cause de l'hostilité et de la complexité de son environnement, caractérisé par :

- De fortes chaleurs qui peuvent atteindre un pic de 55°C durant l'été
- La violence et la fréquence des vents de sables qui dépassent parfois la vitesse de 80km/h ;
- La rareté des matériaux d'emprunts

- L'éloignement des points d'eau ;
- Une morphologie de terrain très difficile

### **III. L'étude du projet :**

#### **1.présentation du site d'étude**

La wilaya d'Adrar, située dans le Sahara Algérien représente après Tamanrasset, l'une des plus vastes wilayets du pays ; elle est limitée au Nord par les wilayets ; Ghardaïa et El Bayadh, à l'Est par Tamanrasset, au Sud par le Mali et à l'Ouest par Bechar et Tindouf.

Le territoire de la wilaya est caractérisé, à l'Ouest et au Nord par de vastes étendues désertiques couvertes de dunes de sables (Erg chech).

#### **2.Conception du trace :**

Une première optimisation du tracé, est de le rendre le plus court possible de minimiser les terrassement ainsi que le nombre et l'importance des ouvrages tout en évitant les zones pouvant être une source de problèmes pour la bonne tenue de la route : points bas, pièges à sable, zones sans évacuation des eaux de ruissellement, zones instables etc ...

#### **3.Étude topographique :**

Il s'agit d'implanter, dans le détail, le tracés réceptionné et réaliser les travaux ayant but l'établissement des plans et profils nécessaires à l'évaluation du projet

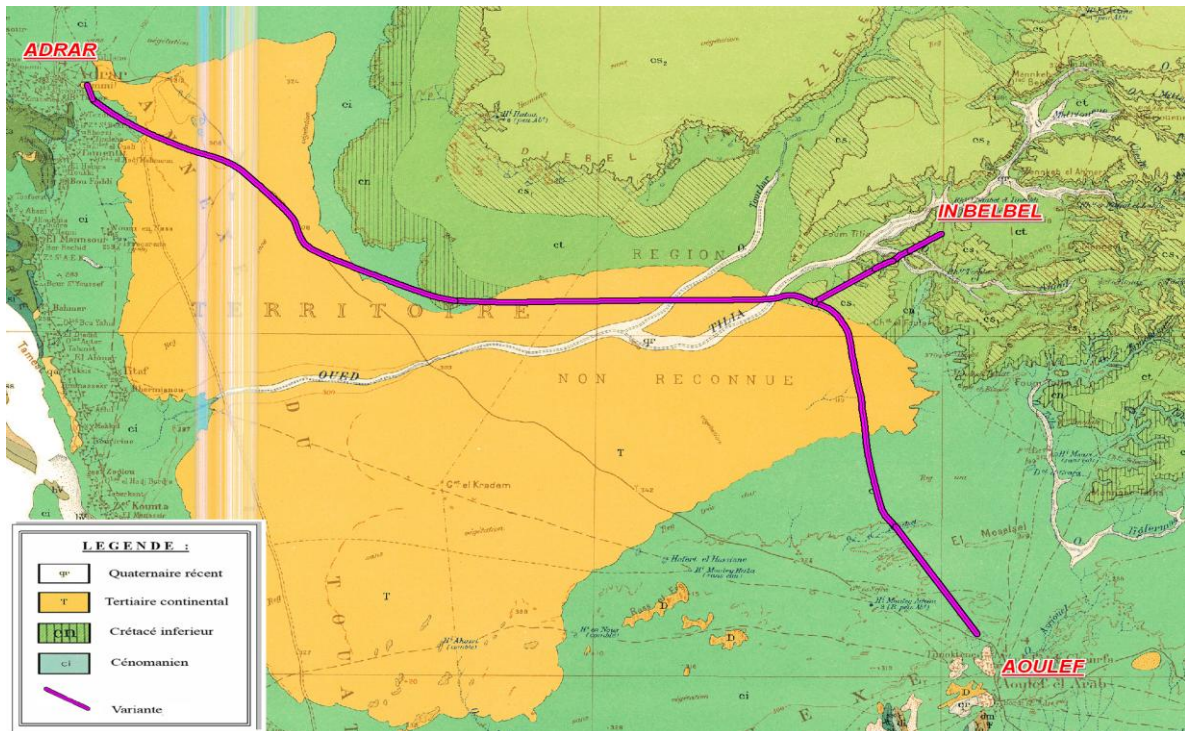
#### **Déroulement des opérations de terrain :**

1-1 : Implantation

1-2 : Nivellement profil en long-profil en travers pour cubature des terrassements

1-3 : Levé des profils et plans côtés pour ouvrages

1-4 : Travaux de bureau      1-5 : Matérialisations



Extrait de la carte géologique  
d'ADRAR échelle : 1/500 000

#### 4- Etude géotechnique

**4.1- Organisation des essais** : sur la base d'un programme établi par la SAETI.

#### 4.2- Reconnaissances "in situ" :

En vue des prélèvements d'échantillons remaniés pour des essais routiers en laboratoire, (15) puits ont été creusés à des profondeurs variant entre 2,00 m et 2,5 m ; sur les 35 puits recommandés dans le programme de reconnaissance fait par la SAETI en Aout 2009.

#### 4.3- Essais en laboratoire :

Les reconnaissances décrites ci-dessous ont été principalement orientées pour rechercher les conditions du sol le long du tracé dans le but de caractériser les terrassements et de dimensionner la structure de chaussée.



Les échantillons remaniés prélevés des puits de reconnaissance ont été soumis aux différents essais de laboratoire menés comme suit :

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <i>a. Essais d'identification</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyses granulométriques ;</li> <li>• Teneur en eau naturelle (<math>W_o</math> %) ;</li> <li>• Limites d'Atterberg (<math>W_L</math> et <math>I_p</math>) ;</li> <li>• Analyses chimiques</li> </ul> |
| <i>b. Essais mécaniques :</i>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Essais Proctor "modifié" (<math>W_{opm}</math>, <math>\gamma_{dmax}</math>) ;</li> <li>• Essais CBR "immédiat" ;</li> </ul>  |

**Tableau 1** : différents essais de laboratoire

### 5- Géologie locale :

La reconnaissance du sol sous l'emprise axe ADRAR-AOULEF sur 150 kms à permis après examen de la géologie des terrains et à l'issue de l'ensemble des résultats des puits de reconnaissance, de révéler des formations suivantes de haut en bas :

- Une couverture de sable graveleux peu argileux parfois carbonaté
- Des grés à faible épaisseur ;
- Des encroûtements gréso-calcaires à matrice sablo-carbonatée.



**Figure2** : Vue de terrain dans la région (entre Adrar- Aoulef)



## **6. Interprétation des résultats géotechniques :**

### **6.1- Granulométrie :**

Les analyses granulométriques effectuées dans le but d'attribuer une classification des sols en place, selon les dimensions des particules spécifiées (de plus au moins fins), ont révélé les caractéristiques suivantes:

- La fraction de diamètre inférieur à 0.08 mm est estimée pour la majorité des échantillons analysés de 95% de passants ; ce qui dénote des sols sablo-graveleux.

### **6.2- Limites d'Atterberg :**

Les limites d'Atterberg dépendent étroitement de la granulométrie des échantillons, les valeurs des limites de liquidité varient de 21.20 % à 28.80 % et celles de l'indice de plasticité faiblement dispersés allant de 4.60 % à 13.30 % désignant ainsi des matériaux peu plastiques.

### **6.3- Teneurs en carbonates :**

Les grés-calcaires sont moyennement carbonatés, les pourcentages de carbonates de calcium mesurés sont en moyenne de 5.00% à 54.40.

Pour le degré d'agressivité ; il est nul à modéré sur le long du tracé de 150 kms.

### **6.4- Essais Proctor "modifiés" :**

Le compactage des matériaux de remblai doit être exécuté conformément aux résultats des l'essai Proctor, tout en respectant les teneurs en eaux optimales pour atteindre les densités maximales.

Les caractéristiques de référence trouvées au terme de ces essais sont:

- Teneurs en eau optimales de l'ordre de 6% à 10% pour des densités allant de 1.70 à 2.00 t/m<sup>3</sup>.

### **6.5- Portance du sol support :**

Les indices CBR immédiat mesurés révèlent une très bonne portance des sols avec des valeurs oscillant entre 56 et 100 %. Ecartement ainsi la mise en place de la couche de forme.

### **7- Etude géométrique :**

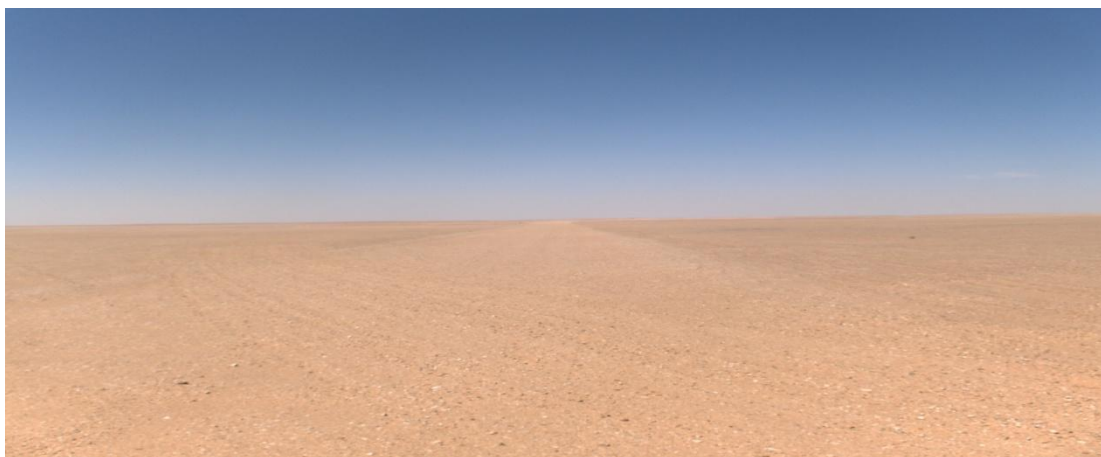
#### **7.1-Description du tracé :**

La variante en projet est d'une longueur de 175129.669 m. Elle prend origine à l'intersection avec le CW 01 à proximité de l'aéroport d'Adrar, ensuite, le tracé passe sous des lignes électriques aux PK 0+055, PK 1+245 et sur un réseau électrique sous terrain au PK 3+851.5. Il faut noter aussi qu'à partir du PK 3+700 le tracé passe à l'ouest de l'aéroport.

A partir du PK 75+722, le tracé traverse oued Tilia, à ce niveau on a proposé de faire un radier submersible sur une longueur de 1897 m (du PK 75+722 au PK 77+619)

Le tracé passe également sous une ligne électrique au PK 174+720, et rejoint la route nationale n°52 au PK 175+129,669.

À l'intersection de la route avec le chemin de wilaya N° 01(CW01) et la route national N° 52 nous avons proposées des carrefours en « T ».



**Figure3** : réalisation de trace dans terrain

## **7.2-Normes du tracé de la liaison :**

Les normes de conception géométriques de dimensionnement du profil en travers et des directives opérationnelles ont été développées à partir des normes et directives routières et autoroutières en usage en Algérie plus particulièrement les normes techniques d'aménagement des routes 'B 40'.

### **7.2.1-Catégorie de la route :**

Au vu de l'importance du projet et de la présence d'un environnement favorable pour l'implantation du projet (E1), la route sera considérée de catégorie C1.

### **7.2.2-Vitesse de référence :**

Il s'agit du paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers. Elle fixe donc les valeurs limites du tracé. Après analyse des recueils des données et suite à la reconnaissance de site, il est possible de préconiser pour le projet une vitesse de référence de 80 km/h.

## **7.3-Normes géométriques :**

Pour assurer un niveau de service requis, il est indispensable pour les concepteurs d'adopter des normes géométriques réglementaires visant la sécurité et le confort de l'utilisateur. Les normes géométriques concernent notamment :

- Le tracé en plan
- Le profil en long
- Les profils en travers type

### **7.3.1-TRACE EN PLAN :**

Le tracé en plan doit assurer aux usagers de la voie un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant en fonction des difficultés du site.

#### ***a- Les éléments du tracé en plan :***

Un certain nombre de règles précises doivent être respectées pour la réalisation du tracé en plan.

#### ***a.1- Alignement :***

Bien que la droite paraisse l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes reste toutefois restreint comme déjà dit plus haut. Toutefois, l'utilisation d'un alignement est justifiée :

- En plaine où des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de constructions existantes.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

#### ***a.2- Arcs de cercle :***

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures, il s'agit de :

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

Le tableau suivant donne les valeurs des différents rayons définis selon les normes (B40) pour une vitesse de 80 km/h, un environnement E1 et une route de capacité C1.

| Rayon       | Symbole | E1/C1 |
|-------------|---------|-------|
| Mini absolu | RHm     | 250   |
| Mini normal | RHN     | 450   |
| Au d. min   | RHd     | 1000  |
| Non déversé | RHnd    | 1400  |

**Tableau2** : les valeurs des différents rayons (selon les normes B40)

### a.3- Le Dévers :

Le règlement B40 définit le dévers associé à chaque rayon. Le tableau suivant résume les caractéristiques adoptées pour le tracé.

Vitesse de base VB = 80 km/h :

|      |        |
|------|--------|
| RHm  | 7 %    |
| RHN  | 5 %    |
| RHd  | 2,5 %  |
| RHnd | -2,5 % |

**Tableau 3** : caractéristiques adoptées pour le tracé.

Pour  $RHm < R < RHN$  on déduira le dévers associé par la formule suivante :

$$d = \frac{\left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) (d_{RHN} - d_{RHm})}{\left( \frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN} \right)}$$

### 7.3.2- PROFIL EN LONG :

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

Le profil en long doit être conçu en utilisant de grands rayons verticaux là où la topographie le permet.

*i. Tracé de la ligne rouge :*

- Le tracé de la ligne rouge doit répondre aux conditions de confort, de visibilité, de sécurité et d'évacuation des eaux pluviales.

| Vitesse de référence           | 80 km/h |
|--------------------------------|---------|
| <b>Rayon en angle saillant</b> |         |
| - Rayon minimum absolu         | 20000 m |
| - Rayon minimum normal         | 18000 m |
| <b>Rayon en angle rentrant</b> |         |
| - Rayon minimum absolu         | 4200 m  |
| - Rayon minimum normal         | 6000 m  |

**Tableau 4** : pour Tracé de la ligne rouge.

*ii. Déclivités :*

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées. Les raccordements convexes doivent satisfaire deux conditions :

- Condition de confort
- Condition de visibilité

• **Déclivité Minimum :**

En raison de l'écoulement des eaux, il faut éviter les paliers, il est recommandé d'assurer une pente minimale  $I_{min} = 0,5 \%$  mais de préférence  $1 \%$ .

**Nota**

Pour éviter les grands remblais plus de 2 mètres nous avons utilisés une déclivité minimum  $I_{min} = 0,2 \%$  et on note aussi que la zone d'étude est la plus chaude en Algérie et la moins pluvieuse.



• **Déclivité Maximum :**

La déclivité maximum dépend de la :

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

pour une vitesse de 80 km/h, environnement E1 et catégorie de la route C1, nous avons :

| Désignation des paramètres | Symboles unitaires |   |
|----------------------------|--------------------|---|
| Déclivité maximum          | Rampe %            | 4 |
|                            | Pente %            | 4 |

**Tableau 5 :** Désignation des paramètres

**4.3.3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :**

Le but de cette coordination est d'assurer aux usagers une vision satisfaisante de la route et de prévoir son évolution.

A ce titre il convient d'assurer à l'approche à points singuliers les distances minimales de visibilité suivantes :

|                |           |
|----------------|-----------|
| <b>Vr km/h</b> | <b>80</b> |
| L (m)          | 400       |

**Tableau6 :** distances minimales de visibilité

**4.4- PROFIL EN TRAVERS :**

Le profil en travers type de la route étudiée sera composé au stade définitif d'une chaussée bidirectionnelle à deux voies.

#### IV. Dimensionnement de chaussée :

Les éléments du profil en travers sont comme suit :

Chaussée à 2 voies avec :

- Chaussée  $2 \times 3,50 = 7,00 \text{ m}$
- Accotement  $2 \times 1,50 = 3,00 \text{ m}$
- Longueur totale de la chaussée = 10,00 m**

- La structure du corps de chaussée proposée est :

- 6 cm béton bitumineux
- 12 cm grave bitume
- 20 cm tuf

D'après le calcul automatique il y a résultats suivant :

#### **Couche de fondation en grave concassé**

$$\text{Volume de la couche de fondation} = 245\,172 \text{ m}^3$$

#### **couches de base en grave concassé (GC)**

$$\text{Volume de la couche de base} = 175\,243 \text{ m}^3$$

#### **Couche d'imprégnation en émulsion cationique**

$$\text{Surface (m}^2\text{)} = \frac{\text{volume c. base}}{\text{épaisseur c. base (0.15 m)}} = 1\,168\,287 \text{ m}^2$$

$$1\,168\,287 \times (0.75/1000) = 877 \text{ T}$$

#### **Couche d'accrochage**

$$\begin{aligned} \text{Surface (m}^2\text{)} &= \frac{\text{volume c. roulement}}{\text{épaisseur c. roulement (0.06 m)}} \\ &= 1\,225\,867 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$1225867 \times (0.25/1000) = 306 \text{ T}$$

**couches de revêtement en béton bitumineux (BB):**

D'après le calcul automatique des cubatures

$$V_T \text{ Volume de la couche de revêtement} = 73\,552 \text{ m}^3$$

De pk 75 + 722 au pk 77 + 619 radier submersible sur 1897 m

VT : volume total

VR : volume de couche de revêtement (6.0 cm de BB sur 1897 m)

Donc  $V = V_T - V_R = 73\,552 - 797 = \mathbf{72\,755 \text{ m}^3}$

$$\mathbf{Total \quad 72\,755 \times 2.4 = 174\,612 \text{ T}}$$

Volume de la dalle Du radier submersible

$$(E = 15\text{cm}) = 1897 \times 7.0 \times 0.15 = \mathbf{1992 \text{ m}^3}$$

**- positionnement des panneaux****Marquage en lignes continues**

Largeur 22.5 cm = 176000 × 2 352 000 ml

**Marquage en lignes discontinues**

Largeur 18 cm 176 000 ml

## V. conclusion générale :

L'étude pour la réalisation d'un tronçon de route de 150 km reliant Adrar Aoulef, s'est essentiellement basée sur les prospections géologiques et géotechniques du site, l'interprétation des caractéristiques géotechniques afin d'aboutir sur des recommandations ayant trait aux travaux de terrassements, et enfin, le dimensionnement de la chaussée.

- Les essais in situ représentés par les puits de reconnaissance nous ont permis de mettre en relief les formations lithologiques constituant le sol support.
- Ces formations sont pour l'essentiel des grès calcaire brunâtres allant de 0.35 m à 2.50 m de profondeur, surmontées par une couche de sable fin graveleux rougeâtre finement argileux et le substratum est gréso-calcaire.
- D'après les essais de laboratoire, les matériaux en place présentent deux types de formations ; le sables et les encroutements gréso-calcaire, qui présentent de bonnes caractéristiques géotechniques (très bonne portance « CBR>50 »).
- Les travaux de terrassement sont essentiellement représentés par des remblais inférieurs à 2m tout le long de tracé avec un déblai important d'une hauteur de 8.25 m vers la fin de projet.
- Les matériaux tuffacés et encroutement seront compactés par couche de 30 cm pour atteindre une compacité de 95% de l'OPM conformément au CPS établi.
- Le dimensionnement du corps de chaussée a révélé une structure de 41 cm d'épaisseur avec :
  - Une couche de roulement de 6 cm en BB ;
  - Une couche de base de 15 cm GNT;
  - Une couche de fondation de 20 cm GNT en tufs.

En conclusion la conception et la réalisation de la route dans le grand sud algérien est influé par les caractéristiques géologiques, géomorphologiques et climatiques voici quelques recommandations :

- La lutte contre l'ensablement des routes que se soit par des techniques innovants « polymère » ou par des techniques simples « métaux locaux » ;
- L'introduction et la généralisation des produits innovants les polymères et les géosynthétiques, dans le renforcement des chaussées ;
- Manager les passage d'eau : passage submersibles, dalots.. par des ouvrages simples et classiques
- Eviter les ouvrages drainants de type fossés en béton, caniveaux, écrans drainants... etc.
- Relancer l'utilisation des enduits superficiels et les enrobés ouverts à froid dans la couche de roulement pour les chaussés à faibles trafics
- Utilisation des enrobés à module élevé pour les chaussés à grands trafics et celle traversant les zones à risque d'ensablement.