

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة جيجل

Université de Jijel



G. 600 02 114

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : des Sciences de la Terre  
et de l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم : علوم الأرض و الكون

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Géologie

Option : Génie Géologique

Thème

Utilisation des géomatériaux dans la construction routière et  
autoroutière (cas de la pénétrante Jijel- El Culma)

Membres de Jury

Président : Bouzenoune Azzedine

Présenté par :

Anani Aitab

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

جامعة جيجل  
Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : des Sciences de la Terre  
et de l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم : علوم الأرض و الكون

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Géologie**

Option : **Génie Géologique**

Thème

Utilisation des géomatériaux dans la construction routière et  
autoroutière (cas de la pénétrante Jijel- El Culma)

### Membres de Jury

Président : Bouzenoune Azzedine  
Examineur: Boukaoud El Hachemi  
Encadrant : Belala Zoheir

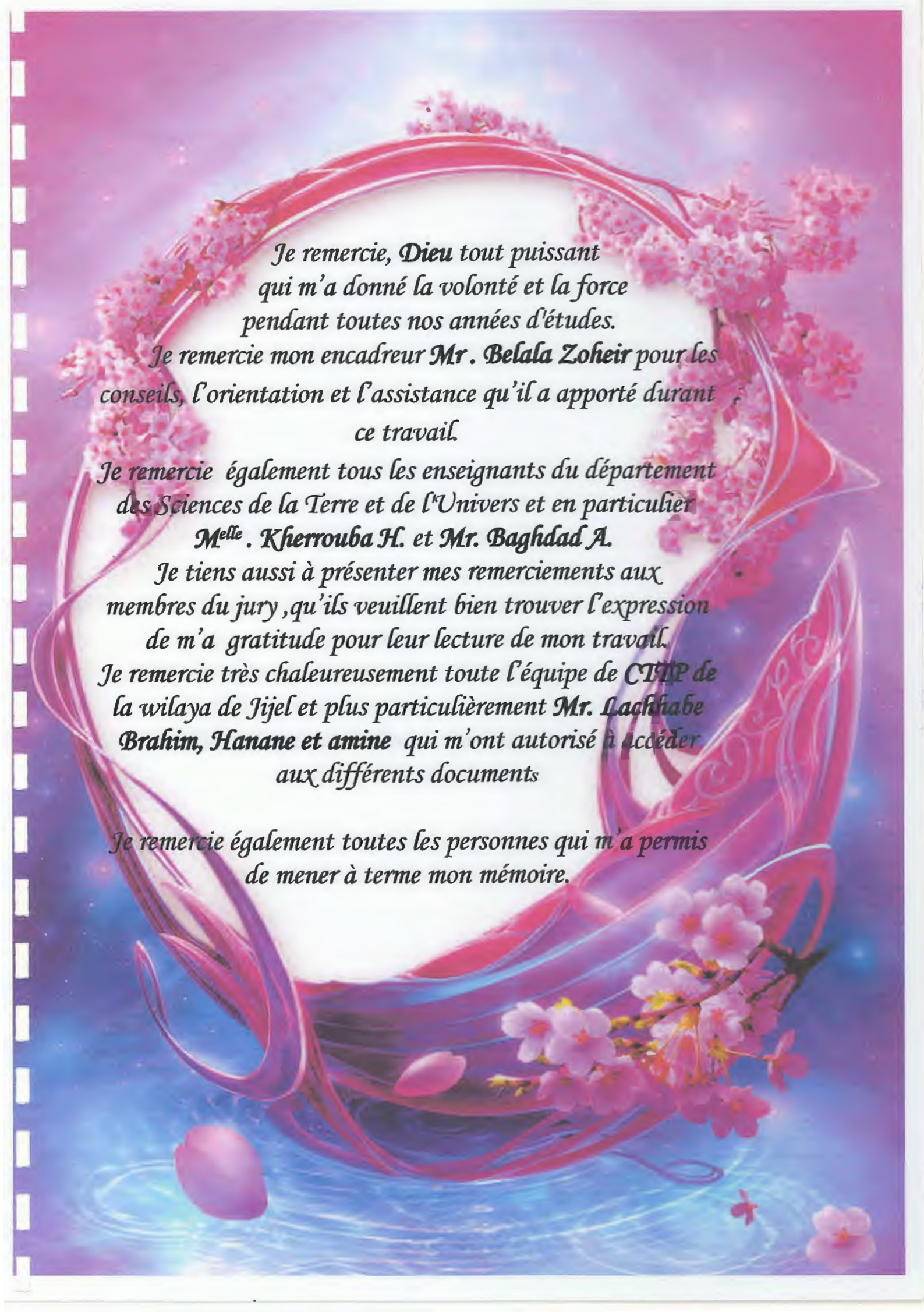
### Présenté par :

Anani Aitab

Année Universitaire 2013-2014

Numéro d'ordre (bibliothèque) : .....





*Je remercie, Dieu tout puissant  
qui m'a donné la volonté et la force  
pendant toutes nos années d'études.*

*Je remercie mon encadreur **Mr. Belala Zoheir** pour les  
conseils, l'orientation et l'assistance qu'il a apporté durant  
ce travail.*

*Je remercie également tous les enseignants du département  
des Sciences de la Terre et de l'Univers et en particulier  
**M<sup>lle</sup>. Kherrouba H.** et **Mr. Baghdad A.***

*Je tiens aussi à présenter mes remerciements aux  
membres du jury, qu'ils veuillent bien trouver l'expression  
de m'a gratitude pour leur lecture de mon travail.*

*Je remercie très chaleureusement toute l'équipe de **CTIP** de  
la wilaya de Jijel et plus particulièrement **Mr. Lachfiabe  
Brahim, Hanane et amine** qui m'ont autorisé à accéder  
aux différents documents*

*Je remercie également toutes les personnes qui m'a permis  
de mener à terme mon mémoire.*



*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents **ABD EL KARIME** à que Dieu te garde et à **HADRJA** qui m'a aidé durant toutes ces longues années avec leur affection et leurs amours, je profite de cette occasion pour leur dire que Dieu vous protège pour nous.*

*Mes chères sœurs **Nadia, Sabah, Hayat** et leurs maris **Rafik, A. Wakil, Fateh***

*Aitab, à mes neveu **Salsabil, Assil, Israa, Tasmime.***

*Mes chers frères ; **Wail, Adnan, Badiss, Mourad, Adel** sa femme **Fatiha***

*Ma grand-mère : **Nouara***

*Ma tante **Hassina***

*La fille de la tante **Widad***

*Toutes mes amies de l'enfance **Widad** et **Samira***

*Mes amies de l'université ; **Seloua, Samira, Nazihia***

***A tous mes amis de géologie***

## ملخص

الدراسة المحققة في هذا العمل هي انشاء عمل فني من نوع طريق سيار يربط ما بين جن جن و العلة, تعتمد عل معالجة مختلف الخصائص الجيولوجية و الجيوتقنية للمنطقة. الهدف من هذه الدراسة هو معرفة مكان أخذ مواد تكون أقرب للطريق السريع لتسهيل عملية نقل المواد أثناء تنفيذ المشروع. أهمية هذه الدراسة هي القدرة على استخدام المواد, مما تسمح للاختبارات التي ستجرى والمناهج باستخدامها, إذا ركزنا على حساب الحد السائل واللدونة, قيمة الأزرق, والمحتوى المائي الأمثل والحد الأقصى للكثافة الجافة, منحني توزيع حجم الجسيمات. ملخص النتائج التي تم الحصول عليها من الحسابات الجيوتقنية تحقيق الاختبارات العملية مع تقييم الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمواد المستخدمة ونتائج هذا الاختبار تبين أن نوعية الركام تحليلها واستخدامها المحتمل والتعبئة وطبقة النموذج.

الكلمات البحث: اختراق والسيولة والليونة, والقيمة الزرقاء, منحني الدرجات

## Résumé :

L'étude réalisée dans ce travail concerne la réalisation d'un ouvrage d'art, cas de la pénétrante Djen Djen - El-Eulma, qui reconnaissent les différentes caractéristiques géologiques et géotechniques de la région sont traités.

Le but de ce travail est de présenter les utilisations des géomatériaux dans la construction routière et autoroutière et aussi présenter les différentes zones d'emprunt les plus proches de l'autoroutière afin d'optimiser les distances de transport des matériaux lors de l'exécution de projet.

L'importance de cette étude est la possibilité d'utilisation des matériaux en remblais, permettant des essais à réaliser et de méthode de calcul à utiliser. Nous avons mis l'accent sur calculer la limite de liquidité et plasticité, la valeur au bleu, la teneur en eau optimal et la densité sèche maximum, la courbe granulométrique.

La synthèse des résultats de calculs géotechniques obtenus à réalisation des essais en laboratoires avec évaluation des caractéristiques physico-mécaniques des matériaux à utiliser, ainsi que les résultats de ces essais qui montrent la qualité des granulats analysés et possibilités d'utilisation en remblais et couche de forme.

**Mots-clés :** pénétrante, liquidité, plasticité, valeur au bleu, courbe granulométrique,

## Abstract :

The study in this work is the realization of a work of art, where the penetrating Djen Djen - El Eulma, which shall defer the recognition of the geological and geotechnical characteristics are treated area.

The aim of this study is to present the differential nearest the highway borrow pits to maximize distance transportation of materials during project implementation.

The importance of this study is the ability to use materials in landfills, allowing tests to be conducted and methodology to be used. We have focused on calculating the liquid limit and plasticity, blue value, the optimum water content and maximum dry density, particle size distribution curve.

Summary results of geotechnical calculations obtained realization of laboratory tests with evaluation of physical and mechanical characteristics of the materials used and the results of this test show that the quality of aggregates analyzed and potential use as fill and layer form.

**Keywords:** penetrating, liquidity, plasticity, blue value, grading curve

## Sommaire

---

V. Le choix des matériaux des zones d'emprunt .....	21
---	----

Conclusion .....	22
------------------	----

### **Chapitre IV : Etude des matériaux des zones d'emprunt**

I - Etude sur les zones d'emprunt .....	23
II - Situation géographique.....	23
III - Description géologique des gites d'emprunt .....	25
VI - Echantillonnage .....	28
VI.1- Introduction .....	28
VI.2- La méthode d'échantillonnage dans un puits d'exploration ou dans une tranchée .....	28
V Classification des sols selon le GTR.....	28
V-1. Introduction.....	28
V-2. Méthode de classification.....	29
V-2.1 Méthodes de classification des sols selon GTR.....	29
A) Paramètres de comportement mécanique.....	29
B) Paramètres d'état hydrique.....	30
V-2.2- Classification des matériaux rocheux - Classe R.....	30
V-2.3- Classification des matériaux rocheux d'après la nature pétrographique de la roche .....	31
V-2.4- Classification des matériaux rocheux d'après leur état et leurs caractéristiques mécaniques.....	32
IV - Etude géotechnique des matériaux .....	32
IV.1- Introduction .....	32
IV.2- Caractéristique physique des sols.....	33
IV.3- Analyse granulométrique .....	33

## Sommaire

---

IV.4- Limite d'Atterberg .....	35
IV.5- Essai au bleu de méthylène .....	39
IV.6- Essai spécifiques.....	41
➤ Essai Proctor.....	41
➤ Essai CBR .....	43
V. Interprétation des essais selon GTR.....	44
VI. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai.....	46
Conclusion.....	51
Conclusion générale .....	52



### Introduction

En fonction du développement économique que connaît l'Algérie depuis les dernières années, de l'ampleur des investissements étrangers et des nombreux projets en voie de réalisation, la majorité des ports algériens (Alger, Annaba, Skikda, Bejaia, etc.) souffrent de congestion.

L'objectif principal de réalisation de la pénétrante autoroutière reliant le port de Djen Djen à l'autoroute Est-Ouest est de permettre une fluidité de transports des produits (import-export), vue la difficulté de la circulation sur la RN 43 Jijel via Constantine. Ainsi que la nécessité de prendre en charge l'évolution et la croissance économique dans l'intérieur du pays. De soulager les autres ports algériens. Le port de Djen Djen possède des infrastructures importantes pouvant répondre aux exigences modernes de transport maritime et de capacités d'accueil. Les autorités locales ont donc planifié de créer un nouvel itinéraire vers le sud, pour se connecter sur l'autoroute Est-Ouest, à la Transsaharienne et aux pays africains limitrophes, car le réseau routier actuel ne répond guère aux besoins du port.

Parmi les autres objectifs de la pénétrante autoroutière mentionnons :

- accélérer le développement économique des wilayas de Jijel, de Mila et de Sétif;
- désenclaver la région de Jijel par la mise en place d'un meilleur accès;
- répondre à la demande de trafic et aux besoins en matière de transport et décongestionner les routes de la région du projet;
- permettre aux marchandises arrivant par le port de Djen Djen d'accéder plus facilement au reste de l'Algérie et aux pays africains limitrophes;
- créer et valoriser les richesses locales;
- augmenter la sécurité des transports;
- augmenter le gain de temps pour les usagers;
- contribuer à un aménagement équilibré et rationnel du territoire;
- créer un nouvel espace socio-économique rentable et attractif pour l'investissement, que ce soit au niveau commercial, industriel ou touristique;
- créer un emploi important pendant la phase des travaux.



# *Chapitre I*

## *Généralités*



## I. Cadre géographique

Le couloir de la pénétrante autoroutière reliant le port de Djen Djen à l'autoroute Est-Ouest s'étend sur plus de 100 km environ. Le tracé passe à proximité des localités de Taher, Texanna, Djimla, Ain Sebt, Beni Aziz, Beni Fouda et prend fin à l'échangeur de l'autoroute Est-Ouest au niveau d'El Eulma.

Le tracé débute à proximité du port de Djen Djen et se développe sur environ 7 km vers le sud dans une aire presque plaine (vallée de l'oued Djen Djen), puis courbe vers l'ouest et entre dans une zone collinaire en premier lieu, serpente la vallée de l'oued Beni Amrane (affluent de l'oued Mencha), traverse en tunnel le secteur montagneux de Texanna et par la suite la retenue du barrage Tabellout par un viaduc majeur. Par la suite, la pénétrante longe la retenue Tabellout par un tracé commun avec la RN 77.

De là, le tracé poursuit son parcours vers le sud avec de nombreuses courbes pour traverser le massif montagneux de Tamesguida, en passant par la vallée de l'oued El Kebir au niveau des localités d'Ain Sebt et de Ben Aziz. Par la suite, l'autoroute se dirige vers l'amont de la vallée des oueds El Kebir – Dehamcha – Laatache jusqu'au haut plateau de la ville d'El Eulma, où elle rejoint le tracé de l'autoroute Est-Ouest.

## II. La morphologie des reliefs

Le tracé de la pénétrante autoroutière, actuellement à l'étude, est caractérisé par des conditions particulièrement difficiles dont notamment :

- La partie nord du tracé, sur moins d'une dizaine de km, est localisée dans la plaine de l'oued Djen Djen. Le terrain est relativement plat et peu accidenté, mais qui est reconnu pour être constitué de sols potentiellement compressibles.
- Au-delà, le terrain devient accidenté et parfois même très accidenté, et ce, jusqu'à un peu plus d'une dizaine de km au nord de la ville d'El-Eulma située à l'extrémité sud du tracé.
- Un petit tronçon à la fin du tracé, à l'approche de la ville d'El-Eulma est majoritairement non accidenté et ne semble pas poser de problème particulier de stabilité.
- Des oueds et des talwegs sont présents sur le tracé et font partie du réseau hydrographique dense qui caractérise la région. Ces cours d'eau sont souvent en méandres et nécessitent une attention particulière en raison de la nature des sédiments qui recouvrent leur lit.

- La nature du relief très accidenté dans la zone allant de Texanna à Djemila passant par Beni yadjis une zone à forte pentes et d'une lithologie non solide (Trias et argile provoquant de sérieux problèmes de stabilités.
- La zone du barrage de Tabellout constitue un point singulier auquel il faudra apporter toute l'attention nécessaire pour gérer de façon optimale le passage du tracé à cet endroit en tenant compte de toutes les conditions d'opération de cet ouvrage hydraulique.
- Plusieurs versants sont de grandes hauteurs alors que d'autres sont à stabilité précaire, comme par exemple dans la région de Djimla. Ces conditions doivent être prises en charge en tenant compte de leur aspect géotechnique particulier.

### III. Climat et réseau hydrographique

La région d'étude s'étend de la plaine côtière de Jijel, s'enfonce à l'intérieur du pays en traversant la chaîne montagneuse du socle kabyle, les différentes séries de nappes passant au Tell (Mont des Babors) et aboutit aux hautes plaines d'El Eulma. Cette diversification de territoires traversés marque nettement les tendances climatiques. Ainsi la région d'étude présente différents étages bioclimatiques bien distincts dont la répartition est comme suit :

- Les régions du littoral notamment celle de Jijel sont caractérisées par l'étage bioclimatique subhumide avec un climat tempéré aux hivers doux caractéristiques des zones méditerranéennes et d'une pluviométrie de l'ordre de 1 200 mm/an;
- Les zones montagneuses sont caractérisées par un climat vigoureux froid et pluvieux en hiver et chaud et sec en été. La pluviométrie atteint les 2 000 mm/an au niveau des crêtes des massifs montagneux. Elles sont parmi les régions les plus pluvieuses du pays. On note aussi qu'au col de Texanna à 725 m d'altitude, l'enneigement dure plus de 11 jours/an;
- Les piémonts du Tell sétifien sont caractérisés par l'étage semi-aride frais avec un climat continental aux hivers froids et secs et aux étés chauds et secs. La pluviométrie annuelle varie entre 700 et 800 mm /an;
- Les hautes plaines (El Eulma) se trouvent dans l'étage semi-aride frais aux hivers et aux étés secs et chauds. La pluviométrie varie entre 500 et 600 mm/an.

Les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent. La direction des vents dominants est d'orientation nord-nord-ouest – sud-sud-est. Le sirocco, un vent chaud et sec, souffle généralement en été dans les hautes plaines et atteint également la zone littorale.



**Remarque :**

En prenant en compte les conditions climatiques, la conception de la pénétrante autoroutière sera de la manière suivante :

- en raison du climat froid, de la présence de neige et de glace, les pentes longitudinales seront limités à 6 %;
- en raison des fortes pluies, des systèmes de drainage efficaces devront être mis en place notamment pour éviter les problèmes d'érosion et assurer la stabilité des déblais et remblais.

**IV. La végétation**

La région d'étude est caractérisée par une couverture végétale assez dense. Cette dernière est favorisée par l'importance des précipitations. Les conditions climatiques et la nature des terrains de la région ont permis le développement de forêts très denses. Ces forêts sont représentées essentiellement par du chêne-liège, du chêne-zen, des broussailles, et autres arbres fruitiers. En général, ce potentiel forestier confère à la région une vocation agricole et forestière. Cette tendance est de plus en plus faible vers le sud où les terrains, sont plutôt céréaliers, ce qui représente les caractéristiques principales des hauts plateaux sétifien.

**V. Réseau routier**

Le réseau routier est faiblement développé dans la zone du projet, vue la difficulté qu'offre la morphologie du terrain. Les principaux axes routiers comprennent de nombreuses routes communales dans la plaine de Jijel. Au-delà c'est la nationale RN77 qui relie les différentes agglomérations du nord vers le sud (figure. 1).

Une attention particulière a été apportée dans le tracé de la pénétrante autoroutière d'ADP afin que celle-ci soit indépendante des routes nationales et chemins de wilayas existants. Cet élément est particulièrement considéré au niveau de la RN 77. Ainsi, il sera possible de maintenir plus facilement la circulation pendant les travaux.

De plus, la construction de voies de desserte en bordure de l'autoroute sera ainsi limitée.

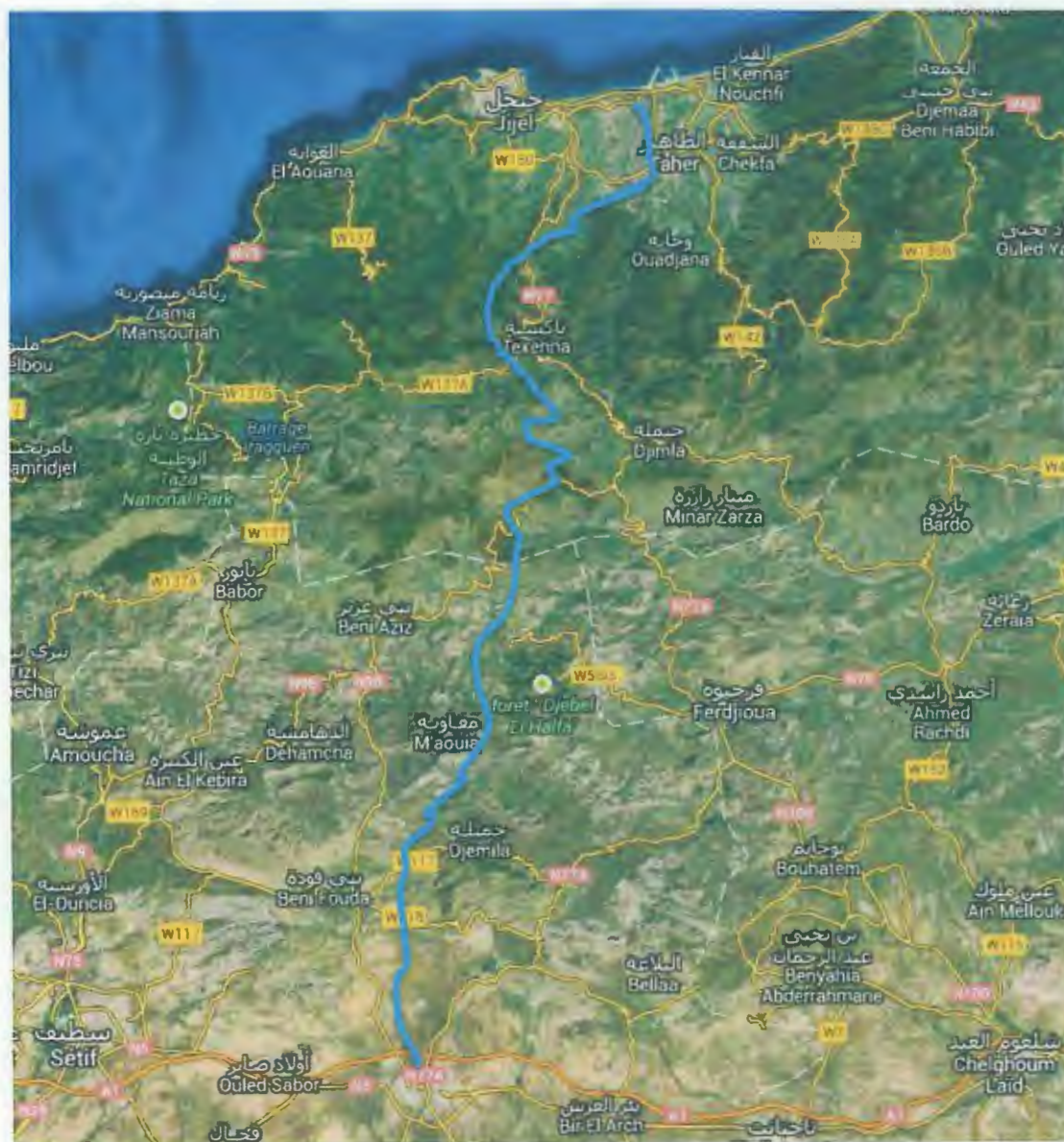


Figure 1 : Réseau routier et le tracé de la pénétrante Jijel - El Eulma

# *Chapitre II*

## *Contexte géologique*





**I. Introduction :**

Le massif de la Petite Kabylie fait partie du segment maghrébin de la chaîne Alpine. Cette dernière montre deux branches principales, disposées de part et d'autre de la mer Méditerranée (*Durand Delga, 1969*):

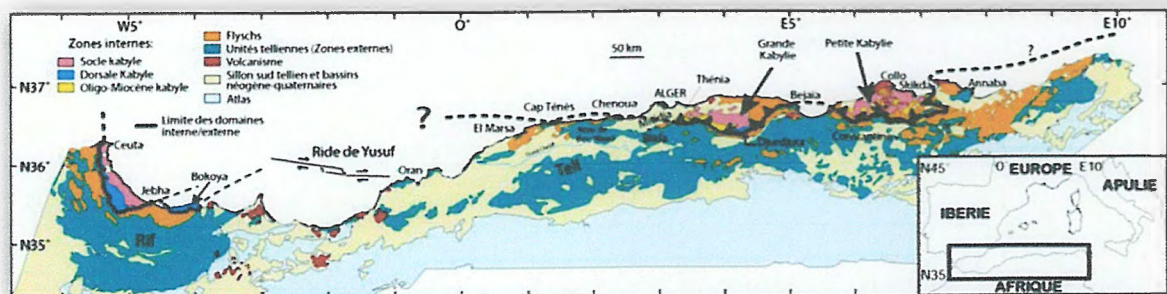
- ✓ Une branche septentrionale (Européenne), représentée par les Cordillères Bétiques du Sud de l'Espagne (Péninsule Ibérique).
- ✓ Une branche méridionale ou Maghrébides, qui regroupe les chaînes rifaines, telliennes, Nord Siciliennes, et Calabraises. (*Figure.2*).

En Algérie la chaîne Alpine s'étend linéairement sur plus de mille deux cents kilomètres (1200Km), d'Ouest en Est le long du littoral méditerranéen. Cette dernière, constitue l'un des segments de la grande chaîne des Maghrébides qui s'étale sur plus de deux milles kilomètres (2000Km), allant de Gibraltar à la Calabre (*Aubouin et Durand Delga, 1971*).

En Algérie, le massif de la Petite Kabylie dont fait partie la région étudiée occupe une position septentrionale dans le domaine interne de la chaîne Alpine (*Wildi, 1983*). Il s'étend sur plus de 150 Km, le long du littoral Algérien. Il est limité à l'Ouest par la chaîne des Babors, et l'Est par le massif de l'Edough, avec une extension Nord-Sud sur plus de 50Km.

Du point de vue structural, la marge Nord Algérienne est constituée par un empilement de nappes charriées sur la marge Africaine (*Raoult, 1972 ; Bouillin 1977 ; Vila, 1980*). Transversalement on y distingue de l'intérieur vers l'extérieur de la chaîne

- Au Nord : les zones internes représentées par les roches cristallophylliennes du socle kabyle ancien paléozoïque et sa couverture sédimentaire.
- Au Sud : le domaine externe représenté par un domaine tellien allochtone, et un atlas autochtone, bordant la plateforme saharienne.
- Un domaine intermédiaire appelé le sillon des flyschs



*Figure 2 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (Domzig, 2006)*

## II. Cadre géologique régional

### II-1 Le domaine interne

Elles comportent les formations cristallophylliennes du " socle Kabyle ", et sa couverture sédimentaire.

#### a) *Le socle Kabyle*

Il est représenté par des formations cristallophylliennes formant trois pointements amygdalaires au Nord de l'Algérie. Ces pointements sont le massif du Chenoua à l'Ouest, de Grande Kabylie au centre, et de Petite Kabylie à l'Est. Le socle de la Petite Kabylie est composé de deux grands ensembles :

Un ensemble inférieur gneissique et un ensemble supérieur phylladique moins métamorphique (Djellit, 1987).

#### b) *La couverture sédimentaire du socle Kabyle*

Elle est respectivement nommée « chaîne Liasique » ; *Fischeur (1909)*, « chaîne calcaire » ; *Glangeaud (1932)*, et enfin « dorsale Kabyle » ; *Durand Delga (1969)*.

La dorsale Kabyle marque la limite entre le socle Kabyle au Nord et les zones telliennes plus externes au Sud. Elle occupe les extrémités méridionales du socle Kabyle, et montre des termes allant du Permo-Trias à l'Oligocène. Les séries qu'elle présente permettent de la subdiviser en trois sous domaines (*Raoult, 1974*), qui sont du Nord au Sud :

##### ➤ *La dorsale interne*

Représentée par une série complète du Permo-Trias au Néocomien, qui est surmonté directement par des calcaires biogènes à caractères littoraux de l'Eocène inférieur à moyen.

##### ➤ *La dorsale médiane*

Elle est caractérisée surtout par la constance des dépôts marneux à microfaunes pélagiques du Turonien au Lutétien inférieur, et par une lacune des termes du Crétacé moyen.

➤ *La dorsale externe*

Elle est représentée par un Crétacé supérieur et un Eocène inférieur détritiques et lacuneux. Elle comporte des calcaires silicifiés, surmontés en discordance par des conglomérats du Campanien. Ces derniers montrent une intense érosion au Sénonien.

La dorsale externe repose en discordance sur les flyschs (*Bouillin, 1977 ; Raoult, 1974,1975 ; Djellit, 1987*)

**c) Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle**

Elles sont constituées de formations détritiques comportant trois termes : des conglomérats de base reposant en discordance sur le socle Kabyle, surmontés par des grès micacés et enfin des silexites (*Raoult, 1974, Bouillin, 1977 in Djellit, 1987*).

**d) Les olistostromes**

Ce sont des formations tectono-sédimentaires (Nappe de flysch dissocié) de nature et de taille diverses (blocs de flysch Maurétanien, Massylien et Numidien, aussi des blocs du tellien et du flysch dissocié). Ces formations olistostromiques se sont mises en place dans le bassin par glissements gravitaires (*Djellit, 1987*).

## **II-2- Le domaine des flyschs**

En Algérie, ces formations occupent une position allochtone, elles sont représentées par les séries maurétaniennes et massyliennes (*Figure.3*) correspondant respectivement aux parties proximales et distales d'un même bassin (*Wildi, 1983*). Ces formations avec leur substratum anté-Crétacé forment des nappes qui viennent recouvrir le domaine externe (*Mahdjoub, 1991*).

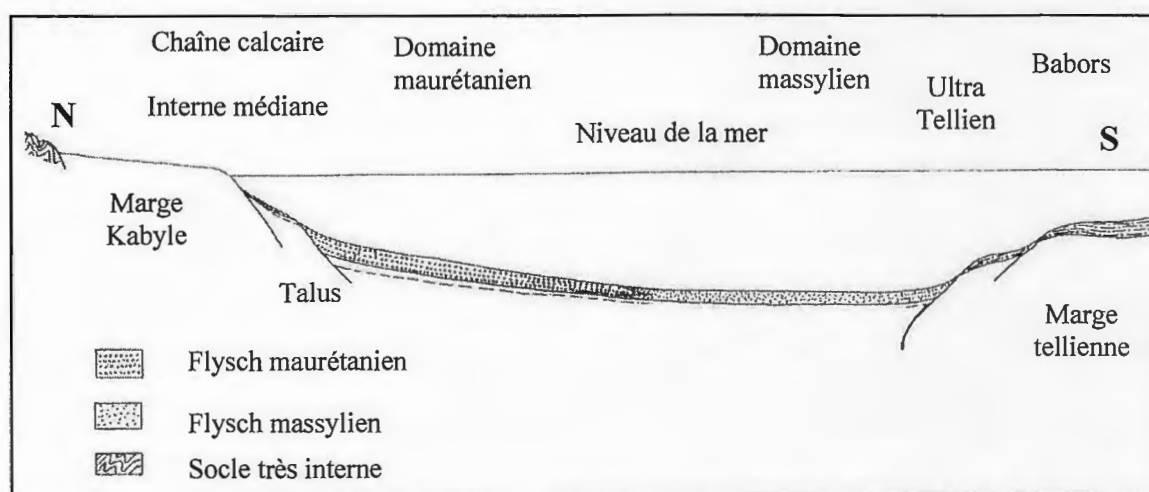
**a) Le flysch Maurétanien**

Ce terme a été proposé pour la première fois par *Gélard (1969)*. Le flysch maurétanien comporte des terrains allant du Néocomien au Lutétien. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.



### b) Le flysch Massylien

Le terme de flysch massylien a été proposé par *Raoult (1969)*, est caractérisé par une alternance des schistes et des bancs de grès quartzitiques décimétriques, parfois centimétriques, surmontées par des micro-brèches calcaires à ciment pélitique et des marnes. Il contient par endroits à des phanites de couleur noir (*Durand Delga ; 1955*).



*Figuer.3:* Domaine des flyschs (Bouillin, 1979).

### II-3- Domaine externe

Le domaine tellien correspond aux zones situées sur la paléomarge Africaine, à l'aval des zones internes qui le chevauchent. Il est lui-même charrié sur un para-autochtone représenté par les calcaires mésozoïques des massifs Bibaniques (*Djellit, 1987*).

### II-4- Le flysch Numidien

Il forme une entité à part dans l'édifice alpin. En effet le flysch Numidien occupe la position la plus haute de l'édifice alpin:

Il comporte de bas en haut :

- Des argiles colorées dites : 'argiles sous -numidiennes', ou 'scaglioses', ou encore 'argiles vari colores à tubotomaculum'.
- Des grès à grains hétérométriques et à dragées de quartz, datés de l'Aquitainien à Burdigalien inférieur (*Lahondère, 1979*).
- Des argiles à silexites ou encore 'argiles supra-numidiennes' qui sont Azoïques.

### II-5. Les formations du complexe volcano-sédimentaire

Les formations de C.V.S sont chevauchées vers le nord par le socle kabyle, il comporte de bas en haut (Djellit ; 1987)

- **Un ensemble basal** : il est composé d'un empilement de roches volcaniques.
- **Un ensemble sommital** : une série volcano-sédimentaire contenant des niveaux quartzo-pélitiques et des basaltes et une alternance de calcaires et des calcschistes

### II-6. Les roches magmatiques

Les roches magmatiques de la Petite Kabylie sont principalement représentées par :

- Des roches basiques et ultrabasiques (péridotites, gabbros, diorites, microdiorites et dolorites) de Texenna et du Cap Bougaroun.
- Des roches volcaniques (rhyolites, trachytes, andésites, dacites, rhyodacites, pyroclastites) dans la région de Cavallo, Cap de fer, et Collo.

Des roches granitiques (granites, microgranites, et grano-diorites) dans la région d'El-Milia, et Collo

### II-7- Les formations de l'avant pays

L'avant pays est caractérisé par des formations, lacuneuses et à nombreuses discordances allant du Lias au Néocomien.

#### ➤ formations post –nappes

Elles reposent en discordance à la fois sur le socle Kabyle et la molasse olistostromique. Elles sont constitués de marnes bleus à miches calcaires discontinues souvent en nodules de couleur jaune ocre (Djellit ; 1987). Le pliocène est représenté par un cycle détritique argile et sable, surmonté par un conglomérat grossier.

### II-8. Les formations du quaternaire

Essentiellement représentées dans le bassin de Jijel. Elles comportent :

- Les alluvions récentes sont grossières et constituent les terrasses anciennes des vallées.
- Les alluvions actuelles sont composées d'éboulis et de brèches non consolidées.

### III. Cadre géologie locale

#### III-1- Caractéristiques lithologiques de la région étudiée :

D'après les travaux de *Durand Delga (1955)*, et *Djellit (1987)* dans la région de Texenna, les différents termes lithologiques de cette région et leur dispositif structural peuvent être résumé comme suit :

Du Nord vers le Sud (*Figure.4*) on peut distinguer :

- Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle.
- Les formations du complexe volcano-sédimentaire de Texenna.
- Les formations de type flyschs.
- Les formations évaporitiques du Trias.
- Les formations quaternaires.

#### III-2- Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle :

Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle sont représentées dans la région de Texenna par des gneiss ocellés, et des phyllades. Elles forment la plus basse unité géologique de la région. L'âge Précambrien probable est attribué à ces formations (*Durand Delga, 1955*).

#### III-3- Les formations du complexe volcano-sédimentaire de Texenna :

Ces formations reposent par un contact anormal sur les formations du flysch massylien. Pour *Bouillin (1979)*, le « complexe volcano-sédimentaire » de Texenna représente le substratum Jurassique du flysch maurétanien. Il comporte de bas en haut :

*a- Un ensemble basal* : d'une épaisseur allant de 200 m à 300 m, il est composé d'un empilement de roches volcaniques à textures variables. Ces roches sont d'épaisseur métrique, foliées et s'organisent en niveaux parallèles entre eux. Cet ensemble débute localement par des Pillow-lava auxquels sont associées des radiolarites recristallisées.



**b- Un ensemble sommital :** D'une épaisseur de 200 m environ, il est divisé en deux termes :

- Le premier terme est constitué d'une série volcano-sédimentaire (50m d'épaisseur) contenant des niveaux quartzo-pélitiques et des basaltes, passant à des dolérites, ou encore des parasinites, et des gabbros dioritiques à amphiboles brunes.
- Le deuxième terme est essentiellement constitué d'une alternance de calcaires centimétriques à décimétriques. On rencontre cet ensemble éruptif à Djebel Sendouah (Texenna), (*Djellit ; 1987*).

#### III-4. Les formations de type flyschs :

##### 1) Les formations du flysch massylien :

Ce type de flysch est d'âge Albo-Aptien, il est caractérisé par une alternance des schistes et des bancs de grés quartzitiques décimétriques, parfois centimétriques, surmontées par des microbrèches calcaires à ciment pélitique et des marnes. Il contient par endroits des phtanites de couleur noir (le long de la route vers l'oued Djen-Djen on remarque une importante barre de phtanites) (*Durand Delga ; 1955*).

##### 2) Les formations du flysch maurétanien :

Dans la région étudiée, elles sont représentées par l'unité de Guerrouch, formé essentiellement par des bancs de grés homométriques à cassure verdâtre. L'âge Eocène supérieur-Oligocène est attribué à ces formations.

Ce type de flysch occupe largement la région de M'cid-Echta au Sud-Ouest de Texenna.

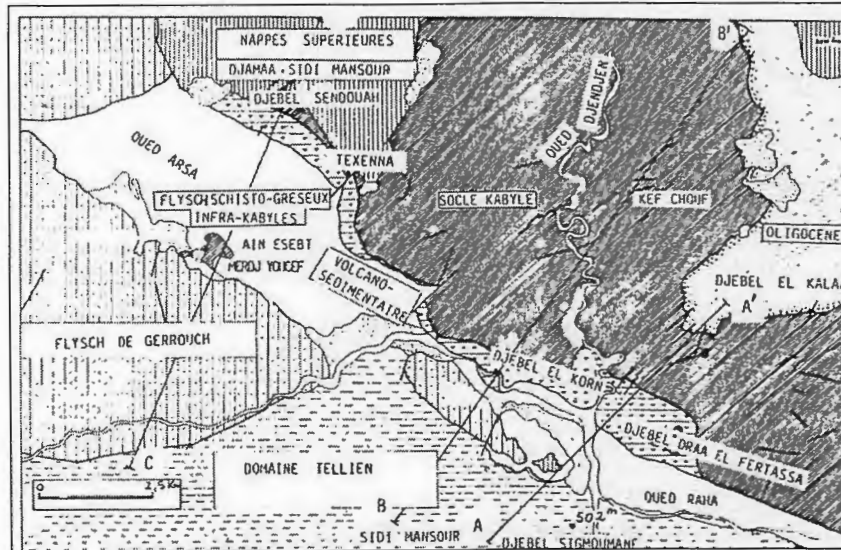
#### III-5. Le Trias :

Le long de l'oued Djen-Djen on rencontre parfois du Trias diapirique comportant du gypse, des marnes gypsifères, des argiles bariolées, et des argiles de couleur lie de vin Ces formations triasiques chevauchent les formations telliennes.

### III-6. Les formations quaternaires :

En majorité, elles sont représentées par une tranche de terre végétale, parfois des argiles à blocs, galets ainsi que des éboulis des piémonts ou élluvio

### III-7- Aspect structural:



*Figure.4: Carte géologique de la région d'étude (Djellit ; 1987).*

L'édifice structural de la région d'étude se présente comme suit :

#### *a- Le socle Kabyle :*

Le socle Kabyle dans la région d'étude est composé d'un substratum gneissique, d'un complexe phylladique, et d'un ensemble de psammites, et calcaires.

- Le substratum gneissique est d'âge anté-Cambrien.
- Le complexe phylladique est d'âge Cambro-Ordovicien.
- Les psammites et calcaires sont d'âge Silurien à Dévonien inférieur à moyen.

Le socle Kabyle chevauche vers le Sud les unités frontales schistosées.

#### *b- Sous le socle Kabyle :*

Le complexe volcano-sédimentaire : débité en écailles, cet ensemble chevauche vers le Sud les zones externes telliennes.

**c- Sur le socle Kabyle :**

Un ensemble de nappes, comportant à la base un olistostrome surmonté par le flysch de Guerrouch. Ces nappes sont scellées par des dépôts du Miocène terminal puis par le Pliocène.

**III-8- La tectonique :****Tectonique anté-Oligocène**

La tectonique anté-Oligocène est particulièrement caractérisée par de grands accidents cassants d'ampleur régionale et de direction variée : Nord-Sud, Est-Ouest, Nord-Est/Sud-Ouest, et Nord-Ouest/Sud-Est.

**Tectonique Miocène**

Cette phase tectonique s'est manifestée par des plissements, des charriages, et une reprise des rejeux de failles qui ont surtout rejouées en failles décrochantes.

Au Néogène, la tectonique est marquée par le retrait de la mer de la plus grande partie des terres émergées. Les invasions marines ne vont atteindre que des aires limitées, notamment les dépressions côtières (bassin de Jijel, bassin de Oued Zhor, El-Milia, et le bassin de Collo) où vont se déposer les marnes blues du Miocène terminal.

Les zones montagneuses immergées ont subi une intense érosion et modelage qui leur ont donnée l'aspect actuel.

**III.9. Aperçu sismique**

La région de Jijel est située dans une région sismique classée comme région pouvant subir des secousses supérieures à l'intensité 8



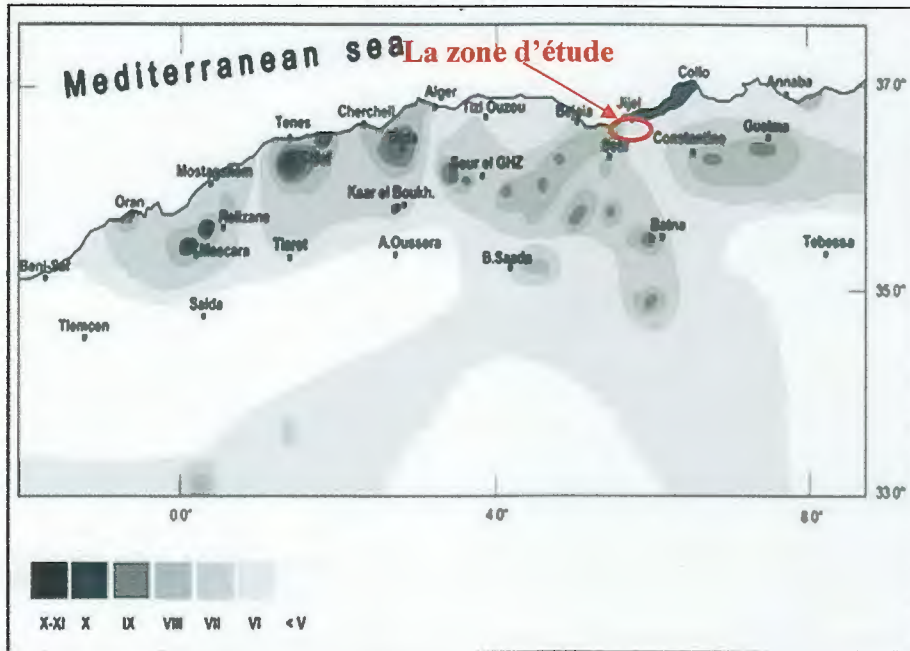


Figure .5: Carte d'intensités sismiques maximales observées dans le nord de l'Algérie

➤ Analyse sismo-tectonique

La carte sismique au 1/5.000.000 de la région de Jijel réalisée par le C.R.A.A.G (centre de recherche en astronomie, astrophysique, et géophysique) en 1971 montre les différents fronts des nappes de charriage, les alignements des failles majeures, et les épïcéntrés de la région.

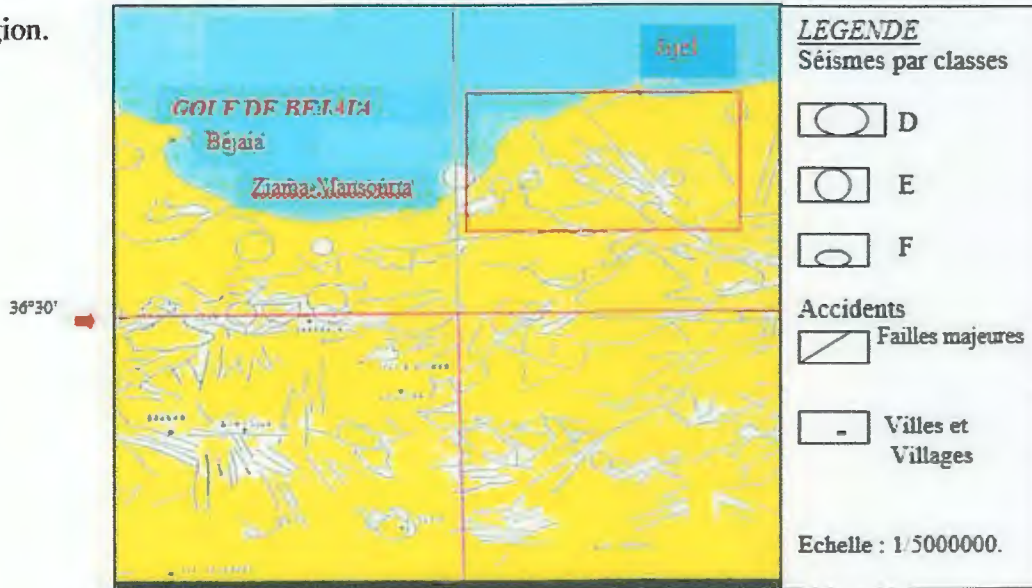


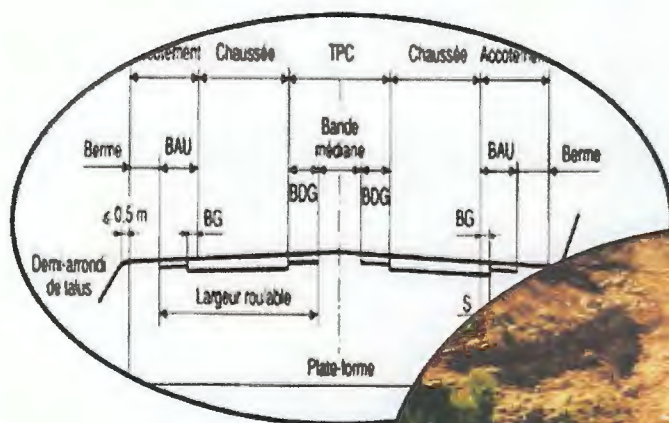
Figure .6: Contexte sismo-tectonique de la région Jijel – Bougie (C.R.A.A.G ; 1971).

La carte sismo-tectonique du (CRAAG ; 1971), (figure.6) permet de distinguer quatre grandes familles de failles qui sont :

- 1) **Failles Nord Est - Sud-Ouest** : La région de Jijel, au Nord comme au Sud présente cet alignement de failles :
  - L'alignement Nord, part de Jijel, traverse Kherrata et va jusqu'à l'Ouest de Bougâa (Bibans). On peut compter 8 foyers de séismes.
  - L'alignement Sud quant à lui part du Sud de Jijel pour disparaître à l'Est de Bougâa, ce dernier comptabilise 03 foyers.
- 2) **Failles Nord-Ouest- Sud Est** : Le Nord - Ouest de la carte de la (**figure.6**) est par excellence, la région où l'on remarque un réseau très développé de failles. Cette direction privilégiée réapparaît du côté Sud-Ouest aux environs de Bougâa et Ain Roua. Ailleurs, dans la carte, cette même famille des failles existe, elle est moins dense et présente des failles de moindre importance que celles des environs de Jijel et de Bougâa.
- 3) **Failles Est- Ouest** : Un axe passant par le Nord de Ziamma Mansouriah (mer) et s'étalant jusqu'au Sud de Jijel semble s'aligner sur l'axe très net Est - Ouest qui passe par Kherrata et où les foyers longent le tracé des fronts de charriages de la région. Au Sud de Kherrata, l'axe Bougâa/Ain Roua présente ce même alignement (Est- Ouest).
- 4) **Failles Nord -Sud** : La zone des Bibans (Ain Roua et Amoucha) est la seule à présenter discrètement cet alignement. Kherrata et Ziamma Mansouriah situées au Nord sont dans le prolongement immédiat de ce réseau de failles

# *Chapitre III*

## *Méthodologie de recherche et de prospection*





## I. Introduction

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

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

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

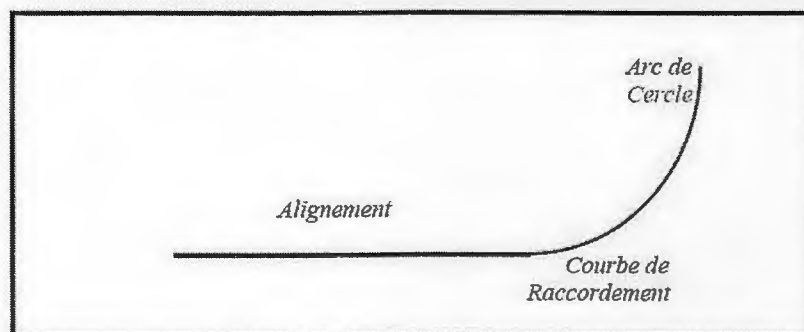
Les caractéristiques géométriques sont définies en fonction du trafic à écouler et du niveau de confort et de sécurité que l'on souhaite offrir à l'utilisateur (Baghdad, 2013)

## II. Tracer en plan

### II.1. Définition

Le tracé en plan représente la reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif (**Figure.7**).

Le tracé se caractérise par une vitesse de référence ou vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer, ou définir toutes les caractéristiques géométriques de la route, le tracé en plan doit être étudié en fonction des données économiques qu'on peut recueillir.



**Figuer.7** : Eléments du tracé en plan

## II.2. Règles à respecter dans le tracé en plan

Pour obtenir un bon tracé dans les normes, on essaye toujours dans la mesure du possible d'éviter :

- De passer sur les terrains agricoles.
- Le passage de très près des zones urbaines.
- Le passage sur les oueds pour éviter la construction d'ouvrages.
- Les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

Et aussi :

- Respecter l'environnement.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.

## III. Profil en long

### III.1. Définition

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan avec une échelle. C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires ou parabolique,

### III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Pour obtenir un bon tracé du profil en long il faut respecter les règles suivantes :

- Éviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long.
- Recherche d'un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Éviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment :
- Éviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

**Recommandation :**

L'étude du profil en long d'une voie urbaine est généralement soumise à des contraintes plus sévères, suite de la nécessité d'assurer notamment :

- Un écoulement parfaitement correct des eaux de ruissellement.
- Le respect en plan des points de ponts de passage obligés.
- Il faut éviter les discontinuités des pentes sur les voies principales et ménagères des eaux.

**VI. Profil en travers**

**VI.1. Introduction**

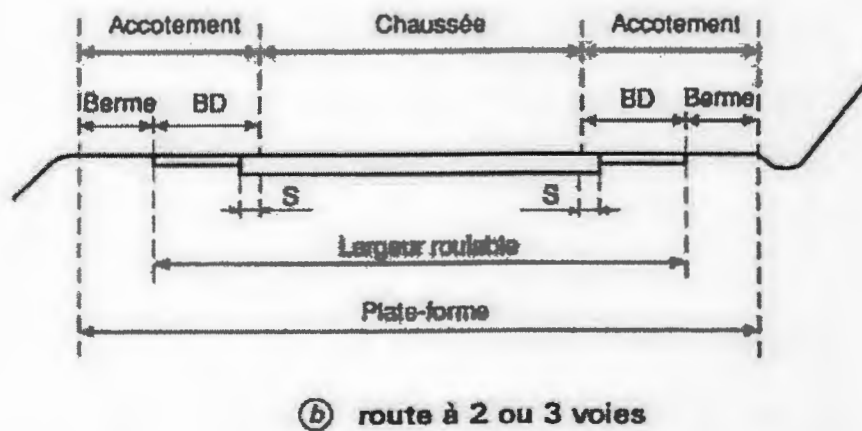
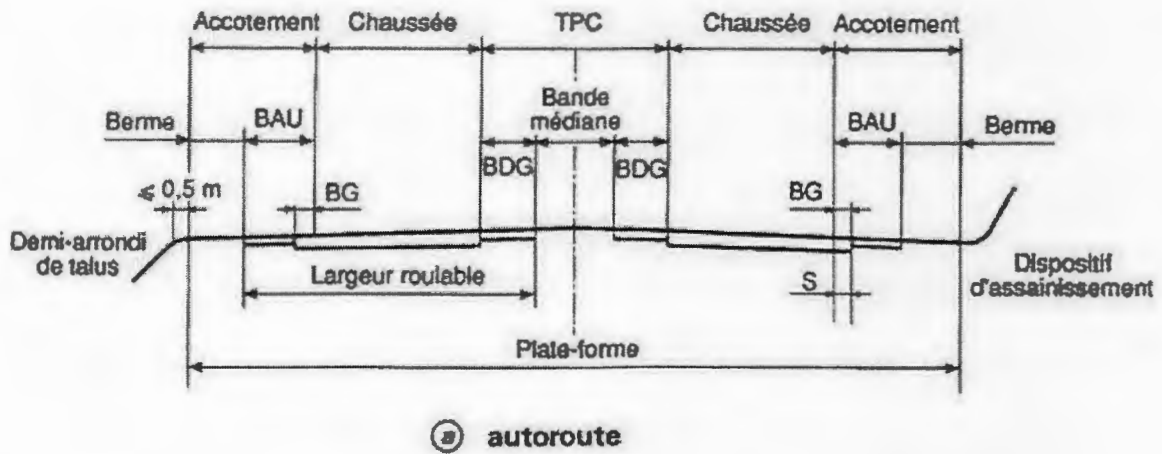
Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan vertical.

**VI.2. Définition**

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan vertical. Le profil en travers contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais, trottoirs) (Baghdad, 2013).



VI.3. Éléments constitutifs du Profil en Travers



BAU bande d'arrêt d'urgence	BDG bande dérasée de gauche	S surlargeur (structurale) de chaussée
BD bande dérasée	BG bande de guidage	TPC terre-plein central

Figure 8 : Éléments constitutifs du profil en travers

VI.4. Classification de profil en travers On distingue deux types de profils :

➤ Le profil en travers courant :

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

➤ **Le profil en travers type**

C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

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

## V. Le choix des matériaux des zones d'emprunt

Dans le cadre de l'étude de la pénétrante autoroutière reliant le port de Djen Djen à l'autoroute Est-Ouest, le Groupement a procédé une campagne d'investigation et de reconnaissance géotechnique dans le but de répertorier les zones potentielles de prélèvement de matériaux, on distingue les zones d'emprunt et les carrières.

La campagne de reconnaissance a été basée essentiellement sur des investigations des carrières et des zones d'emprunt les plus proches de l'autoroutière afin d'optimiser les distances de transport des matériaux lors de l'exécution de projet.

La campagne a été menée en suivant les étapes suivantes (**rapport des zones d'emprunt**) :

- Des recherches des zones d'emprunt et des carrières existantes ou potentielles, susceptibles de fournir une quantité suffisante de matériaux pour la réalisation des terrassements,
- Prélèvements d'échantillons de matériaux pour des analyses en laboratoire,
- Réalisation des essais en laboratoires avec évaluation des caractéristiques physico-mécaniques des matériaux à utiliser.

Le présent rapport regroupe l'ensemble des résultats des essais in-situ et au laboratoire effectués, ainsi que les résultats de ces essais qui montrent la qualité des granulats analysés et les possibilités d'utilisation en remblais et couches de forme.

A cet effet, plusieurs gîtes et carrières potentiels de qualité acceptable ont été identifiées pour fournir les matériaux de remblai et agrégats, et cela en quantité importante dans le but de subvenir aux besoins du projet

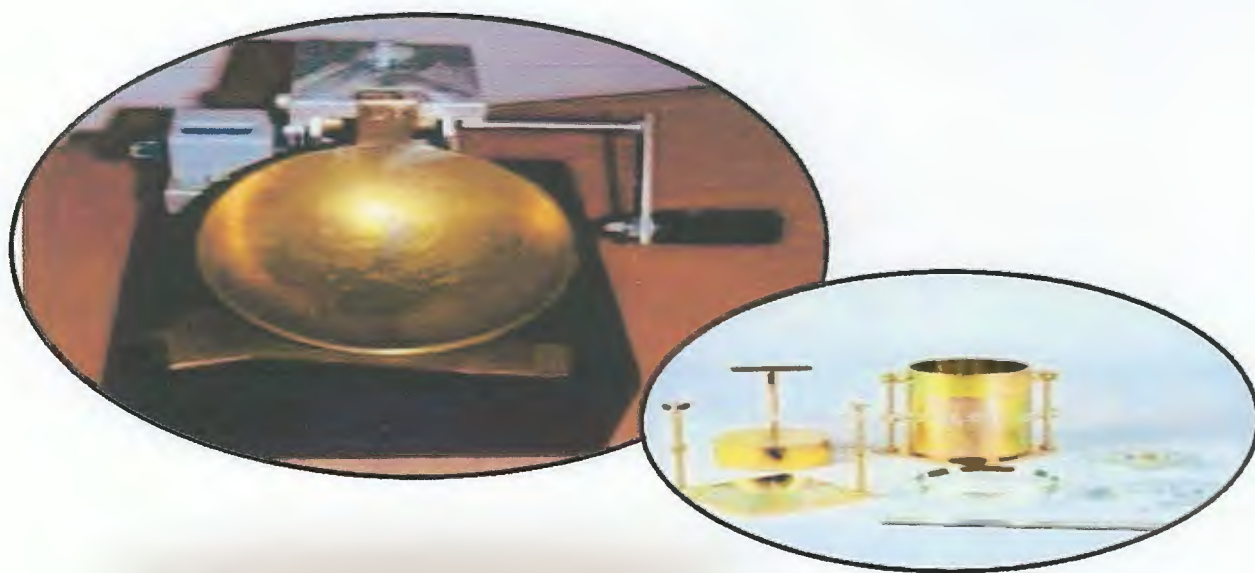
**Conclusion**

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. Elle constitue une des traces les plus significatives que laissent les Sociétés. Elle participe, de nos jours comme autrefois, à la qualité de l'environnement et du cadre de vie. Elle joue un rôle important dans le secteur des transports et communications dont elle fait partie de ses équipements collectifs appelés infrastructures.

La route occupe une place de choix dans l'économie d'un pays essentiellement en raison des investissements que nécessite sa construction. Son évolution s'est faite en relation étroite avec celle du véhicule et ceci, compte tenu de la progression de l'économie et de la société.

# *Chapitre IV*

## *Etude des matériaux des zones d'emprunt*





### I. L'étude sur les zones d'emprunt

Des investigations ont été effectuées afin de localiser les sites qualifiés pour un approvisionnement en matériaux de remblais conformes aux exigences normatives du projet.

Plusieurs zones d'emprunts ont été identifiées le long du tracé. Des puits d'exploration avec un prélèvement d'échantillons ont été réalisés au niveau de chaque zone d'emprunt, afin de classer les matériaux de ces gîtes selon le guide technique de réalisation des remblais et de couche de forme (GTR, LCPC, SETRA, 2ème éditions, Juillet 2000).

### II. Situation géographiques des zones d'emprunt

Le long du tracé, au total 14 zones d'emprunts ont été identifiées (ZE-01 à ZE-14) de part et d'autre de la pénétrante, entre la Wilaya de Sétif et la wilaya de Jijel, sur une distance maximale de l'ordre de 6 km à partir l'axe du tracé (Rapport gîtes d'emprunt, zones de dépôt et carrières, 2013)

Dans la wilaya de Jijel 06 zone d'emprunt (ZE)

**Tableau.1** : Tableau synthétique des zones d'emprunt

Zone dépôt	Wilaya	PK	Distance de l'autoroute Km	Surface (Ha)	Volume estimé (m <sup>3</sup> )
ZE-09	Jijel	041+400	5,5	22,24	1 500 000
ZE-10	Jijel	041+400	6	17,03	1 200 000
ZE-11	Jijel	034+400	5,8	10,94	800 000
ZE-12	Jijel	034+400	5	14,18	900 000
ZE-13	Jijel	033+400	3,5	4,05	400 000
ZE-14	Jijel	014+800	0,4	3,4	300 000

Notre site est situé sur le transversale N-S Jijel-TeXanna. La zone est dite El-mordj. Il limité par :

Au nord Beni Ahmed

A l'Est El Emir Abdelkader et RN77

A l'Ouest El Bekara et Au sud Ouled Aissa





III. Description géologique des gites d'emprunt



Figure.11 : Carte géologique de zone d'emprunt

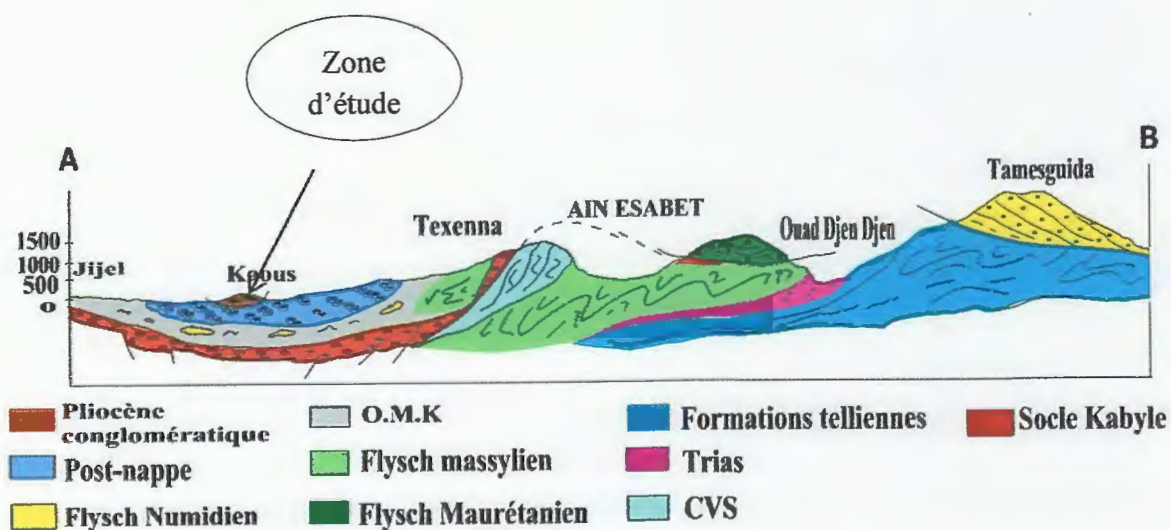


Figure.12 : Coupe géologique Jijel-Tamesguida (Rouikha, 2008)

### Lithologie des conglomérats de pliocène de la région:

Ils reposent directement, soit sur les marnes tortono-messiniennes, soit sur les blocs de flysch dissocié (lame Nord de l'O.Bourchaid), ou encore il scelle les contacts entre le socle kabyle et les marnes tortono-messiniennes, les mollasses olistostromiques aquitano-serravalliennes et les marnes tortono-messiniennes. Il est constitué essentiellement par des conglomérats qui comportent des blocs anguleuse, mal classés et de taille variable (centimétriques à métriques). Les blocs sont empruntés en totalité soit au socle kabyle soit au Unités à matériel flysch (Numidien et flysch de Guerrouch) (Figure.13)

Au point X=776,2 Y=385,4 au nord du Dj.Sidi Mansour, Durand-Delga(1952) signale, dans la matrice cimentant les blocs, une microfaune pauvre, essentiellement pliocène.

Au Sud de Duquesne, dans des marnes bleutées, quelques fois sableuses, à lits grésocalcaires brun-jaune, qui semblent représenter l'équivalent latéral des conglomérats précédents, Durand-Delga (op.cit.) a également relevé une microfaune d'âge pliocène

On peut remarquer que le Pliocène, ainsi que le Miocène (s.l.) qu'il surmonte, sont affectés tardivement par des failles de direction NE-SW (cuvette des Beni-Sair) ou ENE-WSW dans la région Metlétine (Djellit, 1987)



**Figure.13** : Photo illustrant les conglomérats du Pliocène au niveau de Rekkada Metlétine.

**ACCES:** Se fait par une piste vers PK 14+800.

**DISTANCE A LA PENETRANTE:** 0.4 km.

**ETAT:** Non exploité.

**RESERVES:** 300 000 m<sup>3</sup>.

**Surface ;** 03,4 Ha



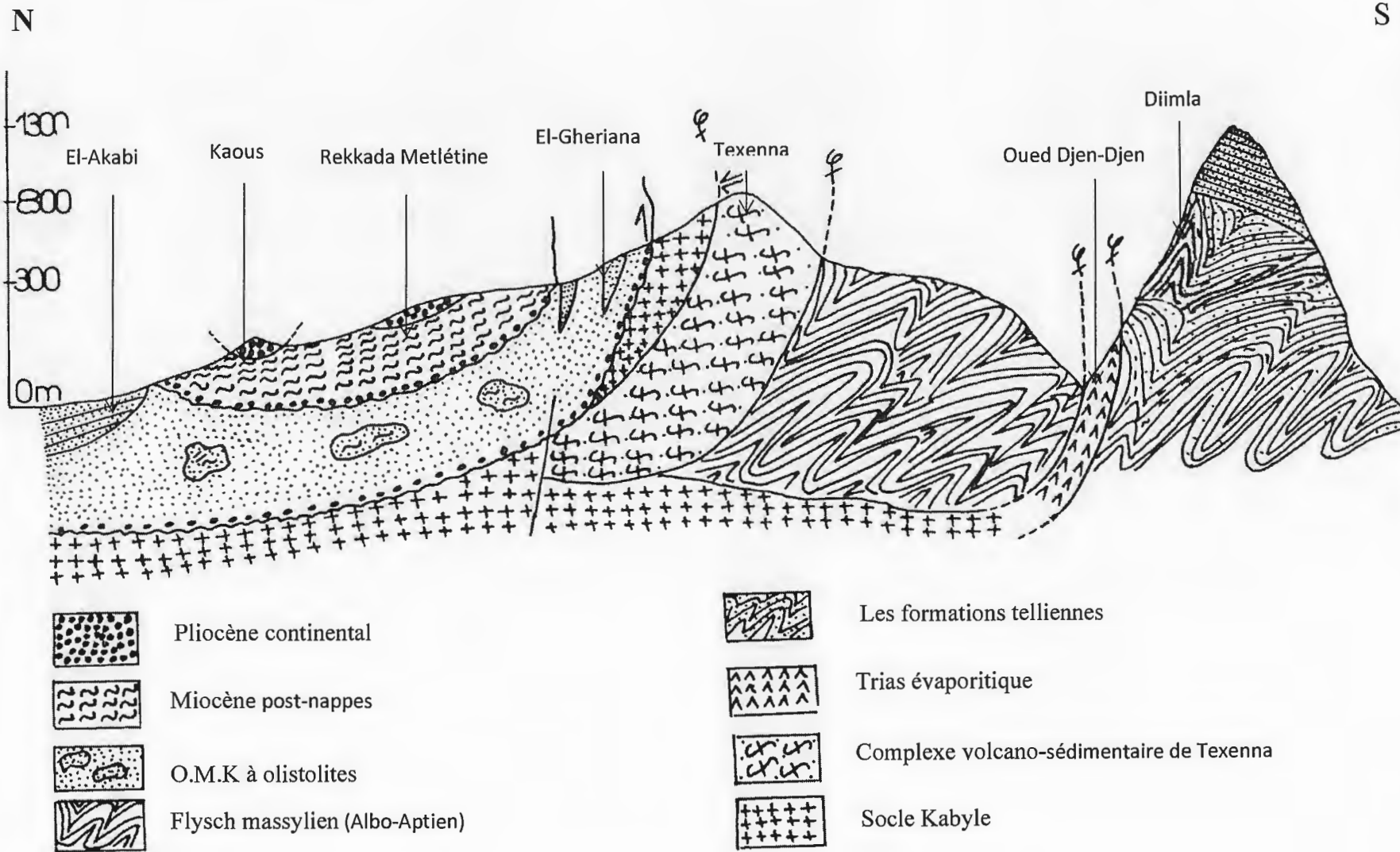


Figure .14 : Coupe géologique N-S de la transversale Jijel-Djimla

## **VI. Echantillonnage**

### **VI.1 Introduction :**

On appelle échantillon la quantité de matériau nécessaire pour réaliser les essais. Cette quantité doit être au moins deux fois supérieure (généralement 4×) à celle strictement nécessaire pour réaliser l'essai. La masse de l'échantillon est obtenue à partir du quartage de l'échantillon global. la masse minimale doit être telle que  $M \geq 2D$  (masse en Kg et D en mm) avec

D : diamètre du gros granulat

### **VI.2 La méthode d'échantillonnage dans un puits d'exploration ou dans une tranchée :**

Une recherche et une évaluation spécifique à ce sujet seront effectuées suite à une autre inspection détaillée du site prévue à court terme. Des sondages et des essais en laboratoire sont également prévus sur les matériaux en place dans des endroits préalablement sélectionnés.

Notons que les résultats des sondages et des essais qui seront effectués sur le tracé pour des besoins de terrassement, de stabilité, de fondations et autres seront aussi mis à profit pour identifier le potentiel de réutilisation des matériaux de déblai et, particulièrement, dans les zones où de grands volumes de matériaux seront manipulés.

Dans ces gites déjà préliminairement identifiés et ceux qui seront déterminés lors des recherches spécifiques sur les gites d'emprunt, les sondages consisteront principalement en des puits d'exploration et de prélèvement d'échantillons en quantités suffisantes pour mener à bien l'ensemble des essais requis. Le but est de classer les matériaux rencontrés selon le guide technique de réalisation des remblais et de couche de forme (GTR),...etc.

## **V. Classification des sols selon le GTR**

### **V.1 -Introduction**

Les différents systèmes de classifications géotechniques des sols et des matériaux rocheux proposés jusqu'à présent ont été établis avec le souci de servir l'ingénieur dans l'ensemble des différents domaines du Génie Civil où ces matériaux sont concernés (ouvrage en terre, fondation, stabilité des pentes assises de chaussée ou élaboration des granulats...). Cette recherche d'universalité s'est avérée trop ambitieuse car la complexité des comportements des sols fait que les propriétés qui sont significatives pour certain usage ne sont souvent plus les mêmes dès que l'on s'intéresse à un autre usage. Ceci conduit alors à

rechercher des classifications spécifiques à chaque grand domaine d'utilisation de ces matériaux

Ainsi, pour la réalisation des remblais et des couches de forme, les différentes classifications en usage au niveau international se sont montrées adaptées soit parce qu'elles étaient établies sur la base de paramètres n'ayant pas, ou peu, de signification vis-à-vis des

Problèmes rencontrés (par exemple le coefficient d'uniformité dans le cas des matériaux granulaires) soit surtout parce qu'elles occultaient certains aspects capitaux (l'état hydrique des sols sensibles à l'eau, le caractère évolutif de certains matériaux rocheux, ou encore la dimension maximale des plus gros éléments présents dans le sol) (Bouafia, 2009)

## **V.2- Méthode de classification**

Comme il existe un grand nombre de types de sols, il est nécessaire de décrire et de classer les sols dans des groupes qui définissent les caractéristiques acceptées et admises par tous les spécialistes de sols en géotechnique. Toute connaissance sur le comportement des sols commence par une classification logique et systématique des sols. De plus, la classification des sols facilite la communication entre ingénieurs et professionnels de sols.

Au sujet de la classification des sols, Terzaghi (1927) écrit : Si les sols de fondation d'un bâtiment subit des tassements important faisant apparaître des fissures dans les murs de fondation, la raison de ces tassements excessifs est due à la compressibilité élevée des sols de fondation. La vitesse de tassement du sol dépend de son coefficient de perméabilité. Plus le sol est perméable, plus sa consolidation est rapide. Donc, si on veut décrire les propriétés des sols, leur compressibilité et perméabilité doivent être déterminées et exprimées selon des procédures et des termes standards d exprimées selon des procédures et des termes standards d'où la classification des sols.

### **V.2.1 Méthodes de classification des sols selon GTR**

#### **A) Paramètres de comportement mécanique**

Ces paramètres ne sont pris en considération que juger de l'utilisation possible des sols en couche de forme. Ils distinguent les matériaux dont la fraction granulaire est susceptible de résister au trafic et qui de ce fait peuvent être utilisés tels quels dans la construction des couches de forme, de ceux qui risquent de se fragmenter pour se transformer en un sol constitué en majorité d'éléments fins, inutilisable dans son état naturel sans dispositions particuliers (traitement...)



Les paramètres de comportement considérés dans la classification sont : les coefficients **Los Angeles (LA)** (norme P 18-573) et **micro-Deval** en présence d'eau (MDE) (norme P 18-572), mesurés sur la fraction granulaire 10/14 (ou à défaut sur la fraction 6.3/10) et le coefficient de **friabilité des sables (FS)** mesuré sur la fraction 0/1 ou 0/2 mm (norme P 18-576) (SETRA et LCPC, 2000)

### B) Paramètres d'état hydrique

La présente classification a retenu pour caractériser l'état hydrique d'un sol, l'un ou l'autre des trois paramètres suivants :

\_ la position de la teneur en eau naturelles ( $w_n$ ) de la fraction 0/20 du matériau par rapport à l'optimum Proctor normal ( $W_{opt}$ ) exprimée par le rapport :  $W_n/W_{opt}$ . Ce rapport est le paramètre d'état le plus faible pour caractériser les états(s) et (ts) car les difficultés d'obtention de la compacité requise en dépendent directement. Sa signification est un revanche moins claire pour distinguer les états (h) et (th) , (norme P 94-093),

\_ La position de la teneur en eau naturelle ( $W_n$ ) par rapport aux limites d'Atterberg ( $W_L$  et  $W_p$ ) qui s'exprime par l'indice de consistance ( $I_c$ ), (norme P 94-051).

$I_c = (W_L - W_n) / I_p$  .L' $I_c$  permet de caractériser correctement les cinq états (th), (h), (m), (s) et (ts) mais seulement dans le cas des sols fins moyennement et très argileux comportant au moins 80% à 90% d'éléments  $\leq 400\mu m$

\_ L'indice portant immédiat (IPI) qui exprime la valeur de l'Indice CBR immédiat mesuré sans surcharge, ni immersion sur une éprouvette de sol compacté à l'énergie Proctor normal et à sa teneur en eau naturelle (norme P 94-078).

L'IPI est en général le paramètre à privilégier pour caractériser les états (h) et (th) car il traduit concrètement les difficultés de circulation des engins. En revanche, il perd sa signification dans les états (s) et (ts) (SETRA et LCPC, 2000)

### V.2.2 Classification des matériaux –classe R

Pour caractériser un massif rocheux en vue de son emploi en remblai ou en couche de forme, le géotechnicien est donc conduit à procéder en deux temps :

- la première étape consiste à identifier, au moins sommairement, la nature pétrographique de la roche en s'appuyant principalement sur la documentation et le raisonnement géologique. Cette identification apporte déjà des informations importantes d'ordre qualitatif sur les caractères généraux de la roche et son comportement prévisible ;



toutefois, cette première identification est en général insuffisante pour renseigner le projecteur sur les possibilités réelles d'utilisation du matériau,

- La seconde étape vise à préciser comment le matériau va se comporter tout au long des phases successives : extraction, chargement, réglage, compactage sous la circulation des engins lourds et sous la pluie et s'il risque encore d'évoluer, une fois l'ouvrage en service, sous l'action des contraintes mécaniques, de l'eau ou du gel. (SETRA et LCPC, 2000)

**Tableau.2** : classification des matériaux-classe R

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craie	R <sub>1</sub>
		Calcaires rocheux divers : Calcaires grossiers, Travertins, Tufs et encroutements,	R <sub>2</sub>
	Roches argileuses	Marnes, Schistes sédimentaires, Argilites, pelites	R <sub>3</sub>
	Roches siliceuses	Grès, Poudingues, Brèches	R <sub>4</sub>
	Roches salines	Gypse, Sel gemme, Anhydrite	R <sub>5</sub>
Roches magmatiques et métamorphiques	Granite, basalte, trachyte, andésites, ... Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers, ...		R <sub>6</sub>

### V.2.3 Classification des matériaux rocheux d'après la nature pétrographique de la roche

Deux classes principales de matériaux rocheux sont distinguées à partir des grandes familles de roches habituellement considérées :

- **Le cas des roches sédimentaires**, la classification est subdivisée suivant les principales natures de roches rencontrées dans cette catégorie : craies, calcaires, roches argileuses, roches siliceuses, roches salines. Cette subdivision s'avère indispensable, car les matériaux issus de chacune des roches précitées présentent des comportements différents dans leur utilisation en remblai et en couche de forme. (SETRA et LCPC, 2000)
- **Le cas des matériaux provenant de roches magmatiques et métamorphiques**, aucune subdivision complémentaire n'a été introduite, ces matériaux pouvant être considérés comme ayant des comportements voisins du point de vue de leur utilisation en remblai et en couche de forme. (SETRA et LCPC, 2000)

### V.2.4 Classification des matériaux rocheux d'après leur état et leurs caractéristiques mécaniques

La connaissance de la seule nature pétrographique de la roche dont est issu un matériau rocheux n'est généralement pas suffisante pour prévoir tous les problèmes que peut poser son utilisation en remblai ou en couche de forme.

Outre la question du choix de la méthode d'extraction qui n'est pas traitée ici, les aspects à considérer sont :

\_ L'aptitude du matériau à se fragmenter sous les sollicitations appliquées au cours des différentes phases de la mise en œuvre et en particulier la possibilité de produire une proportion d'éléments fins suffisante pour avoir un comportement de sol sensible à l'eau,

\_ La potentialité d'une évolution postérieurement à la mise en œuvre sous l'action des contraintes mécaniques seules ou conjuguées avec celles de l'eau et du gel,

\_ La teneur en eau dans le cas de sédimentaires, etc., qui peuvent renfermer dans leur structure une importante quantité d'eau qui se communiquera inévitablement aux éléments fins produits au cours du terrassement,

\_ La teneur en éléments solubles dans le cas de roches salines

## IV. Étude géotechnique des matériaux

### IV.1 Introduction

L'objet de la géotechnique routière est de pouvoir le comportement des sols, soit à l'occasion des travaux de terrassement, soit lorsque la chaussée est en service et que le sol supporte des charges répétées et subit les intempéries. (George, 1970)

La reconnaissance de sol, utilisant différents équipements et instrumentation sur terrain ou au laboratoire est un moyen pour le géotechnicien, à mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appelé à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties.

Elle intéresse la route, dans toutes ses parties.

Elle étudie notamment : les remblais, les fondations de chaussée, la construction des diverses couches de la chaussée.

## IV.2 Caractéristique physiques des sols

Physiquement le sol se compose de trois phases :

- ❖ **Solide** : sous forme de grains et de particules minérales qui constituent le squelette du sol.
- ❖ **Liquide** : ou eau contenue dans les grains ou adsorbé (fixée en surface) et pouvant contenir des sels minéraux.
- ❖ **Gazeux** : ou vides remplis d'air et vapeur d'eau.

La géotechnique routière s'appuie sur un certain nombre d'essais communs avec la mécanique des sols et sur certains essais spécifiques qui permettent d'évaluer le comportement et les conditions de mise en œuvre des sols de la plate-forme support de chaussée.

## IV.3. Analyse granulométrique (NF P 94-057)

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80  $\mu\text{m}$  et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à 80  $\mu\text{m}$ .

- **Mode d'opérateur**
- **Exécution de l'essai**

On procède au tamisage par voie sèche, soit manuellement, soit au vibrotamis.

- 1- Verser le matériau d'abord sur la passoire de dimension maximum, revenu pour l'essai.
- 2-continue l'opération sur les passoires de dimension inférieurs jusqu'à celle de 12.5mm (module 41). Sur chaque passoire le matériau est vigoureusement agité à la main jusqu'à ce que peu aucun élément ne passe par les trous de la passoire.
- 3- peser les différents refus des passoires en les cumulant et en déduire les tamisat cumulés (reporter les résultats dans le tableau)
- 4- les tamisages des éléments inférieurs à 12.5mm s'effectueront sur la série de tamis à mailles carrée dont le premier est celui de 5mm (module 38)
- 5-Verser le matériau sur le premier tamis de la colonne correctement emboîtée qui peut comprendre par exemple, les tamis de 5 mm, 2.5mm, 1.25mm, 0.63mm, 0.63mm, 0.135mm, 0.16mm et 0.080mm
- 6-Agiter la colonne dans le plan horizontal, puis reprendre un à un les tamis en adaptant un

fond et un couvercle. On agite chaque tamis dans le plan horizontal, en donnant à la main des coups réguliers sur la montre. Verser le tamisât recueilli dans le fon sur le tamis immédiatement inférieur, avant de reprendre sur celle-ci la même opération du tamisage, etc...

7-Peser les refus cumulés, par différence on en déduira les tamisât cumulée et les résultats seront noté sur le tableau d'analyse granulométrique

### Résultats obtenu

Résultats de zone d'emprunt N°14 est résumé dans le tableau suivant :

**Tableau 3:** résultat d'analyse granulométrie

(labo de matériaux de l'université de Jijel)

poids de l'échantillon		Dimension tamis (mm)	Poids des Refus Partiels	Poids des Refus Cumulés	% des Refus Cumulés	Complément à 100 des Refus Cumulés	tamisat
P=	Gros grains	16	410,8	410,8	20,54	79,46	79
		12,5	142,2	553	27,65	72,35	72
		10	140,4	693,4	34,67	65,33	62
		8	132	825,4	41,27	58,73	59
		6,3	125	950,4	47,52	52,48	52
	Sable 0/5	5	122,8	1073,2	53,66	46,34	46
		4	98,4	1171,6	58,58	41,42	41
		3,15	84,1	1255,7	62,785	37,215	37
		2,5	79,6	1335,3	66,765	33,235	33
		1,6	150,9	1486,2	74,31	25,69	26
		1	132,1	1618,3	80,915	19,085	19
	Grains Fins	0,8	38	1656,3	82,815	17,185	17
		0,63	47,1	1703,4	85,17	14,83	15
		0,315	100,8	1804,2	90,21	9,79	10
		0,25	31,8	1836	91,8	8,2	8
		0,16	55,9	1891,9	94,595	5,405	5
		0,08	78,7	1970,6	98,53	1,47	1



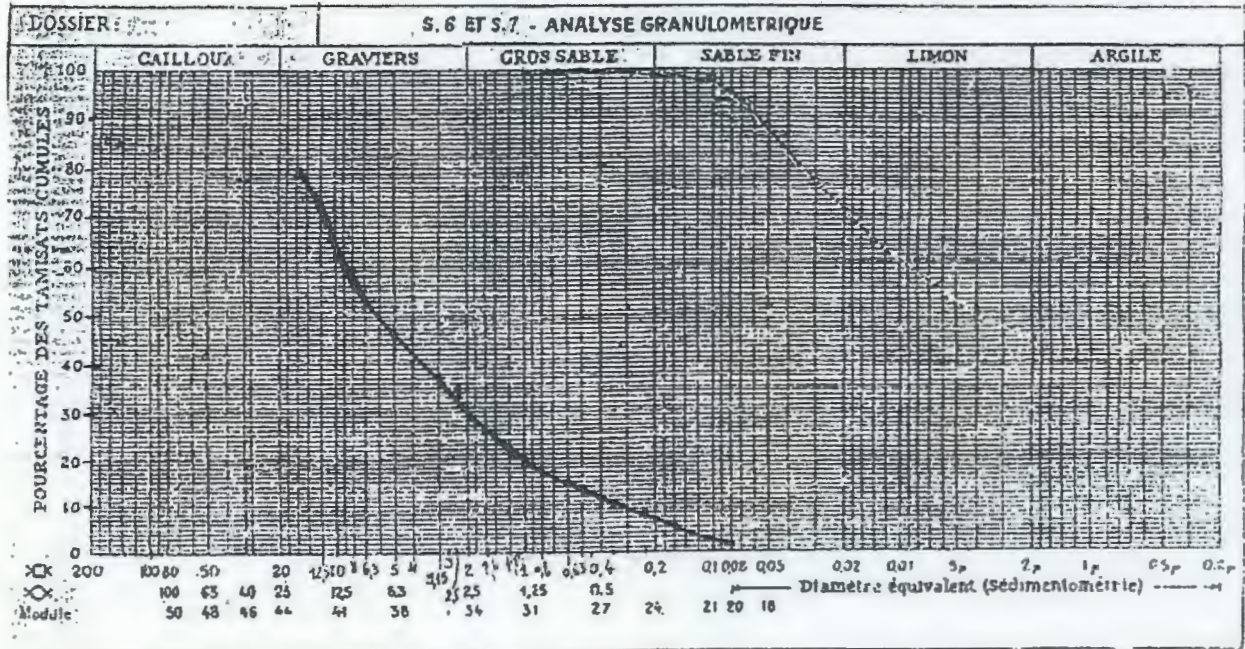


Figure.15 : courbe granulométrique

IV.4 Limites d'Atterberg (NFP 94 051)



Figure.16: matériels utilisé pour déterminé la limite de liquidité et plasticité

Définition de l'essai

Les limites d'Atterberg sont déterminées, à l'aide d'un l'appareil appelé CASAGRANDE; Qui caractérise le comportement des sols fins en présence d'eau ; Ces

limites déterminent l'état du sol dans différentes phases : Grains collés les uns aux autres, ils sont en parfaite cohésion (Courbot, 1957)

Les trois phases des limites d'Atterberg

— la **limite de liquidité**  $W_L$  qui marque le passage de l'état quasi liquide à l'état plastique. Elle est mesurée à l'aide de la coupelle de Casagrande dans laquelle on place une certaine quantité de sol à une teneur en eau déterminée. Une rainure est pratiquée sur toute l'épaisseur du sol. Par des chocs normalisés, on amène la rainure à se refermer. La limite de liquidité est la teneur en eau qui correspond à sa fermeture en 25 chocs ;

— la **limite de plasticité**  $W_P$  qui est la teneur en eau à partir de laquelle le sol commence à s'émietter lorsqu'on le roule en fils de faible diamètre (environ 3 mm)

On définit alors l'**indice de plasticité** ( $I_p$ ):

$$I_p = W_L - W_P$$

La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

- $I_p < 12$  : faiblement argileux
- $12 \leq I_p < 25$  : moyennement argileux
- $25 \leq I_p < 40$  : argileux
- $I_p \leq 40$  : très argileux

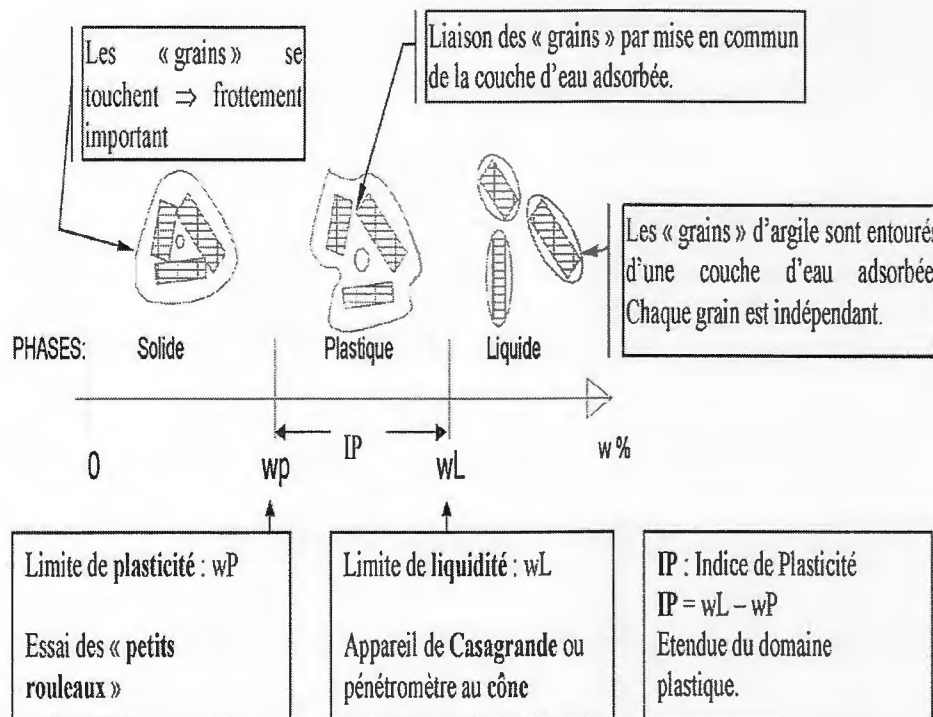


Figure.17 : détermination de  $W_p$ ,  $W_L$  et  $I_p$

- Mode opératoire
- Préparation du sol

Après échantillonnage du sol et homogénéisation par brassage, une masse de matériau  $m$  est mise à imbiber dans un récipient d'eau à la température ambiante, pendant au moins 24 h. Cette masse  $m$ , exprimée en grammes, doit être supérieure à 200 fois la dimension des plus gros éléments au tamis de 400  $\mu\text{m}$  donne au moins 200 g de particules solides.

Une fois imbibé, le matériau est tamisé par voie humide au tamis de 400  $\mu\text{m}$ . L'eau de lavage et le tamisat sont recueillis dans un bac.

Après une durée de décantation d'au moins 12 h, sans aucun additif destiné à accélérer le dépôt ni sans utilisation d'un procédé quelconque de centrifugation, l'eau claire du bac est siphonnée sans entrainer de particules solides. L'eau excédentaire est évaporée à une température ne dépassant pas 50°C. (NF P 94-051)

#### Résultat obtenu zone d'emprunt 14

Tableau 4: limite de liquidité (labo de matériaux de l'université de Jijel)

	1 <sup>er</sup> Essai		2 <sup>ème</sup> Essai		3 <sup>ème</sup> Essai		4 <sup>ème</sup> Essai		5 <sup>ème</sup> Essai	
Nombre de choc	16		19		22		25		28	
N° Tarre	50,00	60,00	94,00	103,00	64,00	76,00	82,00	93,00	3,00	9,00
Poids total humide	49,93	43,12	36,9	32,42	34,60	39,45	39,60	38,10	39,00	44,00
Poids total sec	43,36	38,21	34,63	29,20	32,80	34,83	34,03	33,90	34,84	41,16
Poids de la tarre	18,50	18,00	18,00	18,00	18,00	18,50	18,00	18,00	18,00	18,00
Poids de l'eau	6,57	4,91	2,27	3,22	1,80	4,77	2,27	4,20	4,16	2,84
Poids du sol sec	24,86	20,21	16,63	11,20	14,80	16,33	16,03	15,90	16,84	23,16
Teneur en eau (%)	26,43	24,29	13,65	28,75	12,16	28,29	14,16	26,42	24,70	12,26
Moyenne	25,36		21,20		20,69		20,29		18,48	

**Limite de Liquidité  $W_L = 21,20$  %**





Figure.18 : Courbe de liquidité

Tableau.5: limite de plasticité Wp

	1 <sup>er</sup> Essai		2 <sup>ème</sup> Essai		3 <sup>ème</sup> Essai	
N° Tare	59	107	113	122		
Poids total humide	29,06	31,13	30,18	28,34		
Poids total sec	27,06	28,62	27,91	26,25		
Poids de la tare	18	18	18	17,5		
Poids de l'eau	2	2,51	2,27	2,09		
Poids du sol sec	9,06	10,62	9,91	8,75		
Teneur en eau (%)	22,08	23,63	22,91	23,89		
Moyenne	22,85		23,40			



<b>Limite de plasticité <math>W_p = 15.42</math> %</b>
--

Limite de Plasticité $W_p = 15,42$ %	indice de plasticité $I_p = 5.78$ %
Limite de liquidité $W_L = 21.20$ %	

#### IV. 5 Essai au bleu de méthylène

La prise d'essai étant mise en suspension comme décrit précédemment, procéder au dosage de bleu de méthylène comme indiqué ci-après.

Pendant toute la durée du dosage, l'agitation permanente (vitesse 400 tr/min  $\pm$  100 tr/min) doit être telle que toutes les particules de sol en suspension soient mises en mouvement.

À l'aide du dispositif de dosage, introduire dans la suspension 5 cm<sup>3</sup> à 10 cm<sup>3</sup> de solution de bleu selon l'argilosité estimée du matériau (10 cm<sup>3</sup> pour les matériaux les plus argileux) ; au bout de 1 min  $\pm$  10 s, procéder à l'essai de la tache sur papier filtre de la manière suivante :

- poser le papier filtre sur un support adapté non absorbant ;
  - prélever à l'aide de la baguette de verre une goutte de suspension et la déposer sur le papier filtre. La tache ainsi formée se compose d'un dépôt central de matériau coloré bleu sombre entouré d'une zone humide incolore ;
  - la goutte prélevée doit former un dépôt central compris entre 8 mm et 12 mm de diamètre.
- Procéder à des injections successives par pas de 5 cm<sup>3</sup> à 10 cm<sup>3</sup> (selon l'argilosité du matériau) de solution de bleu jusqu'à ce qu'apparaisse une auréole périphérique bleu clair, de largeur millimétrique, dans la zone humide de la tâche. L'essai est dit alors positif. À partir de ce moment, laisser se poursuivre l'adsorption du bleu dans la solution et effectuer des taches, de minute en minute, sans ajout de solution (NF P 94-068, 1998).

Résultats obtenus dans la zone d'emprunt 14

labo de matériaux de l'université de Jijel

**Tableau.6:** essai au bleu selon la norme NA 5288 cas d'un sol ou d'un matériau rocheux

Masse sèche de la prise d'essai de la fraction 0/5 mm en (grs)M1	$M0=30g$
Qualité totale de la solution de colorant ajoutée (ml) V	$V=70ml$
masse de bleu introduite (solution à 10g/l)*B	$B=V*0,01=0,7$
VBS exprimée en grammes de bleu pour 100g de matériau sec. (matériau $D_{max} \leq 5mm$ )	$VBS= (B/M0)*100=2,33$
VBS exprimée en grammes de bleu pour 100g de matériau sec. (matériau $D_{max} \geq 5mm$ )	$VBS= (B/M0)*C*100=1,75$

#### IV.6. Essais spécifiques

Ils ont pour but de déterminer :

- les conditions dans lesquelles le sol peut être compacté au cours de la phase des terrassements ;
- le comportement du sol sous la chaussée en vue de permettre le dimensionnement de cette dernière.

##### IV.4.1. Essai Proctor

L'essai consiste à compacter, dans un moule standard à l'aide d'une dame standard et selon un processus bien déterminé, un échantillon du sol à étudier et à déterminer la teneur en eau du sol et sa densité sèche après le compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes. On détermine ainsi plusieurs points de la courbe représentative des densités sèches en fonction des teneurs en eau. On trace alors la courbe en interpolant entre les points expérimentaux. Elle présente un maximum dont l'abscisse est la teneur en eau de l'optimum Proctor, et l'ordonnée la densité sèche Proctor.

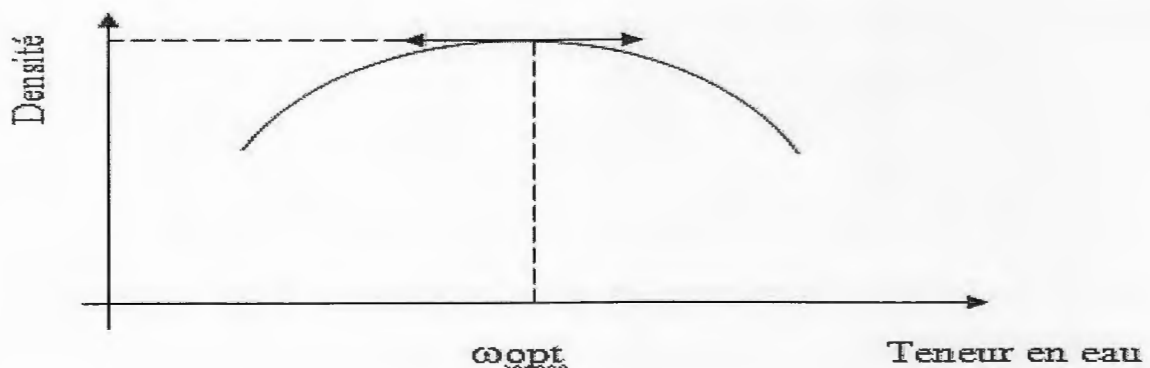


Figure .19 : la courbe Proctor

Deux variantes de l'essai Proctor sont couramment pratiquées.

L'essai **Proctor normal** rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.

Dans l'essai **Proctor modifié**, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.

Suivant la granulométrie du terrain étudié, l'essai Proctor (aussi bien normal que modifié)

S'effectue dans un moule de faible section (moule Proctor) pour les terrains qui ne

contiennent pas d'éléments de dimension supérieure à 5 mm, dans un moule à large section pour les terrains dont les plus gros éléments ont des dimensions comprises entre 5 et 20 mm. Ce dernier moule est le même que celui de l'essai CBR (moule CBR).

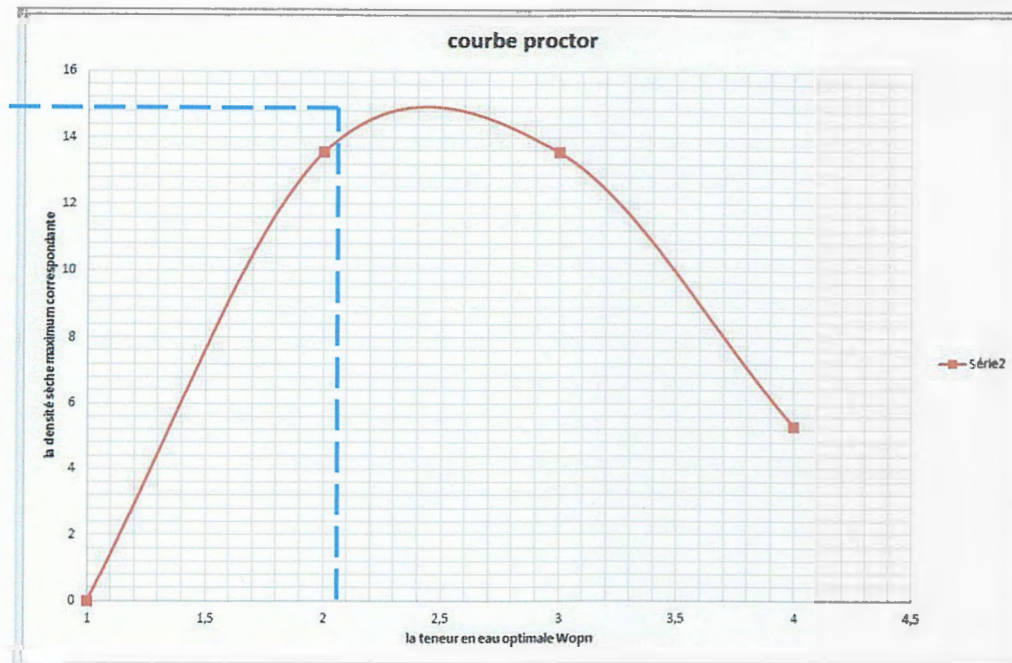
Dans le cas de matériaux de dimension maximale supérieure à 20 mm, on remplace poids par poids la fraction supérieure à 20 mm par du 5 /20 mm venant du même matériau.

**Tableau.7:** résultat obtenue pour l'essai Proctor

(labo de matériaux de l'université de Jijel)

N° essai	3		4		5	
poids d'eau ajoutée à chaque compactage	330		440		550	
poids total humide du sol	11651,90		11764,80		11841,70	
poids du moule	5910,80		5910,80		9510,80	
poids net du sol humide	5741,10		5854,00		2330,90	
poids du sol sec	5416,13		5420,37		2119,00	
volume du moule	400,00		400,00		400,00	
poids volumique sec	13,54		13,55		5,30	
teneur en eau	0,06		0,08		0,10	
N° de la tare	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
poids total humide	97,30	56,00	98,20	71,60	121,30	82,60
poids total sec	90,60	50,30	91,38	62,36	110,23	75,49
poids de la tare	23,81	12,97	23,81	12,97	23,81	12,97
poids de l'eau	6,70	5,70	6,82	9,24	11,07	7,11
poids du sol sec	66,79	37,33	67,57	49,39	86,42	62,52
teneur en eau	0,10	0,15	0,10	0,19	0,13	0,11
Moyenne	0,13		0,14		0,12	





**Figure.20** : Courbe Proctor

$$W_{opt} = 2.4 \text{ et } Y_{dopt} = 15$$

#### IV.4.2. Essai CBR

L'essai CBR (*California Bearing Ratio*), proposé en 1938, est universellement utilisé pour apprécier la résistance des sols supports de chaussée.

L'**indice portant californien** ou CBR est un nombre sans dimension exprimant, en pourcentage, le rapport entre les pressions produisant un enfoncement donné dans le matériau étudié d'une part, et dans un matériau type d'autre part. Cette notion d'indice portant est bien

entendu purement empirique.

L'essai est réalisé sur un échantillon de sol 0/20 mm maximum compacté dans un moule CBR (en remplaçant éventuellement par du 5/20 mm la fraction supérieure à 20 mm).

Dans l'essai standard, le matériau est compacté suivant les procédures de l'essai « Proctor modifié » et à la teneur en eau optimale.

On peut ensuite effectuer l'essai soit sans imbibition sur des sols compactés à l'énergie Proctor normal et à la teneur en eau naturelle, soit après immersion complète. La durée de cette immersion est en principe de 4 j. L'échantillon est alors poinçonné par un piston de 4,9 cm de diamètre à une vitesse de 1,27 mm/min.

On détermine l'évolution de la pression appliquée en fonction de l'enfoncement. Si  $P_{2,5}$  et  $P_5$

sont respectivement les pressions nécessaires pour réaliser des enfoncements de 2,5 et 5 mm, le CBR est par définition la plus grande des deux valeurs :

$$\frac{P_{2,5}}{1,05} \quad \text{et} \quad \frac{P_5}{0,7}$$

Le CBR est de 100 environ sur un tout-venant de concassage.

### V. Interprétation des essais selon GTR

Tableau.8 : résultats des essais

Puits N° :		F1
	% des passants à 50 mm	65.00
	% des passants à 2 mm	40.00
	% des passants à 80 µm	5.00
VBS	Valeur de Bleu du Sol	1.75
Limites D'Atterberg	Limite de liquidité WL (%)	21.2
	Limite de plasticité Wp (%)	15.42
	Indice de plasticité Ip (%)	5.78
Equivalent de sable ES (%)		
Teneur en eau naturelle Wn (%)		3.48
Proctor Normal	$\gamma_{dopm}$ (t/m <sup>3</sup> )	15
	w <sub>opm</sub> (%)	2.5
C.B.R.	%	
IPI	%	6.97

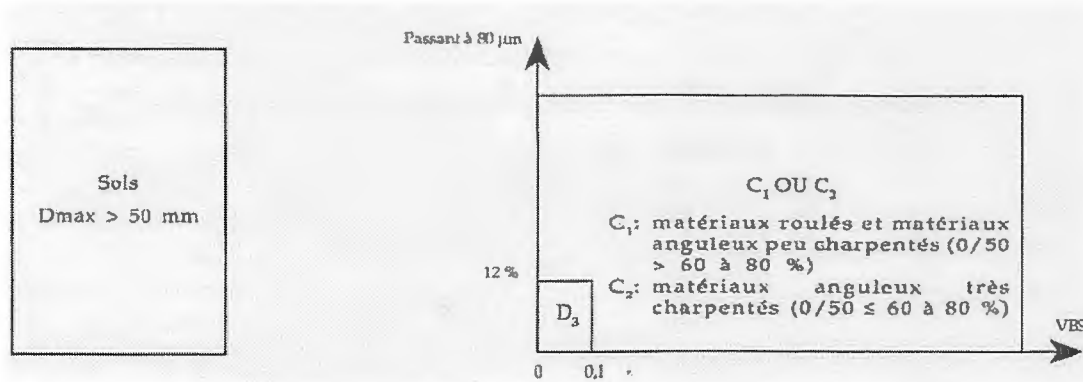


Figure.21 : Classification des matériaux de sols >50 mm

% des passants à 50 mm = 60 > 60 à 80% la forme un peu roulé et charpenté donc le sol est classé dans la classe C1

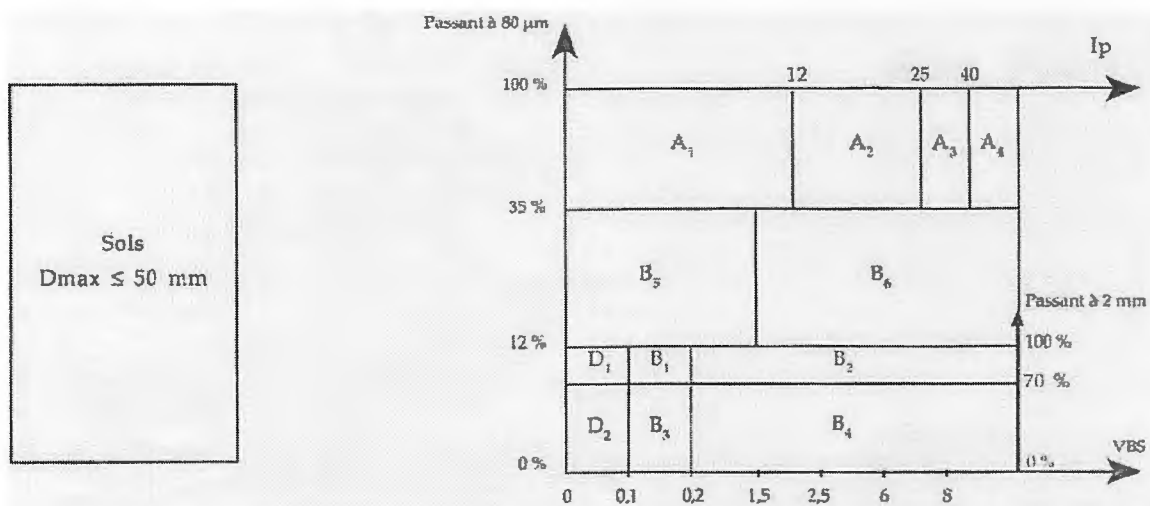


Figure .22 : Classification des matériaux cas de sole ≤ 50mm

% des passant à 80mm=5% < 12% et % des Passant à 2 mm= 40 et VBS=1.75>0.1

Donc le sol est classé dans la classe B4

On conclut donc la classe C1B4

Par contre le CCTP est réalisée le ZE 14 dans la partie inférieure a côté de l'Oued Mencha.

Les résultats obtenu des différents essais est résumé dans le tableau suivant :

**Tableau .9 : résultats obtenue pour ZE14 (CCTP)**

Puits N° :		F1
Classe du sol selon GTR		C1B4h
	% des passants à 50 mm	92.00
	% des passants à 2 mm	25.00
	% des passants à 80 µm	2.00
VBS	Valeur de Bleu du Sol	0.68
Limites D'Atterberg	Limite de liquidité WL (%)	22.50
	Limite de plasticité Wp (%)	15.84
	Indice de plasticité Ip (%)	6.66
Equivalent de sable ES (%)		
Teneur en eau naturelle Wn (%)		3.48
Proctor Normal	$\gamma_{dopm}$ (t/m <sup>3</sup> )	1.93
	W <sub>opm</sub> (%)	4.05
C.B.R.	%	
IPI	%	6.97

## VI. Condition d'utilisation des matériaux en remblai

Pour chaque classe ou sous classe de matériaux définie dans la classification, indiquent les conditions de mise en œuvre à respecter en fonction de la situation météorologique constatée au moment où le matériau est mis en remblai.

Les tableaux comportent cinq colonnes

- **La première colonne** est indiquée le cas envisagé, défini par la classe, la sous-classe et l'état du matériau. Lorsque l'état est caractérisé par la teneur en eau, il s'agit de l'état hydrique qui peut être plus ou moins modifié au moment de la mise en remblai suivant la situation météorologique du moment et suivant la technique de mise en œuvre adoptée.
- **Deuxième colonne** comporte, dans un but pédagogique, des observations générales sur le comportement du matériau considéré. Ces observations contribuent à la justification technique des conditions d'utilisation proposées,



- **Troisième colonne** concerne la situation météorologique durant l'extraction et la mise en remblai. Elles sont désignées par les signes
  - ++ exprime que la situation météorologique a pour effet d'accroître la teneur en eau du matériau de manière brutale et imprévisible '**pluie fort**'
  - + exprime que la situation météorologique a pour effet d'accroître la teneur en eau de manière lente et relativement prévisible '**pluie faible**'
  - = exprime que la situation météorologique n'a pas d'action sensible sur la teneur en eau du matériau considéré '**ni pluie – ni évaporation importante**'
  - exprime que la situation météorologique a pour effet diminuer la teneur en eau du matériau '**évaporation importante**'
- **quatrième colonne** s'appliquent au cas de matériau indiqué dans la première colonne dans l'hypothèse de la situation météorologique portée dans la troisième. les conditions d'utilisation indiquées visent donc la situation moyenne du milieu de la gamme.
- **Cinquième colonne** figurent des code correspondants aux différentes conditions d'utilisation .l'utilité de ces codes est notamment de permettre une formulation rapide des conditions d'emploi lorsqu'une grande variété de sols doit être prise en compte dans un projet ainsi qu'une détection immédiate des éléments qui différencient deux solutions.

#### **Commentaires sur les conditions d'utilisation**

Les conditions d'utilisation en remblai se groupent en sept rubriques symbolisées par une lettre

##### **- Rubrique E : Extraction**

Le mode d'extraction des déblais peut interférer sensiblement sur la qualité des remblais dans la mesure où :

- L'extraction en couche (d'épaisseur de l'ordre de 0.1 à 0.3m) permet une bonne fragmentation et un tri relatif des différentes couches de matériaux
- L'extraction frontale se caractérise évidemment par des effets exactement opposés

##### **- Rubrique G : Action sur la granularité**

Dans cette rubrique sont envisagées différentes actions visant à modifier la granularité du matériau entre son extraction et la fin de sa mise en remblai. Parmi ces actions figurent :

- L'élimination des éléments >800 mm. Cette valeur constitue en effet une limite maximum des blocs admissibles dans le corps d'un remblai compte tenu des performances des compacteurs les plus puissants actuellement
- L'élimination des éléments >250 mm. Cette valeur constitue la dimension maximale des blocs permettant encore un malaxage du sol avec un agent de traitement
- La fragmentation complémentaire après extraction. Cette modalité s'applique aux matériaux rocheux évolutifs. L'objectif recherché est d'obtenir un matériau ayant à la fois un Dmax compatible avec les compacteurs utilisés et une courbe granulométrique la plus étalée possible de manière à prévenir au maximum ses possibilités d'évolution à long terme. Cette condition implique évidemment l'élimination des éléments > 800mm.

- **Rubrique W : Action sur la teneur en eau**

Il s'agit des différentes mesures pouvant être prescrites pour modifier l'état hydrique des matériaux et notamment l'aération par condition météorologiques favorable ou l'humidification. il convient de distinguer 2 modalités

- La première consiste en un arrosage simple durant la mise en œuvre. Elle n'a pour objectif que de maintenir l'état hydrique du matériau lorsque les conditions météorologiques sont « évaporantes »
- La seconde modalité vise quant à elle, le changement d'état hydrique du matériau. Dans ce cas il faut être conscient qu'il s'agit d'une opération délicate qui exige de grandes quantités d'eau et le recours à un brassage ou un malaxage pour la faire pénétrer au sein du matériau (une vérification de l'efficacité de l'opération s'impose avant d'en généraliser l'application sur tout un chantier)

- **Rubrique T : Traitement**

Cette rubrique concerne les actions de traitement des matériaux avec de la chaux ou d'autres réactifs .avec des sols fins moyennement ou très argileux, le traitement à la chaux occupe une place privilégiée au point qu'il soit justifié dans de nombreux cas de le recommander exclusivement.

Pour l'utilisation des matériaux en remblai, l'objectif du traitement est essentiellement la

possibilité d'exécuter la mise en œuvre dans des conditions pratiques satisfaisantes. Par conséquent, on pourra en général se contenter d'un malaxage relativement peut ne pas avoir d'effet définitif sur le matériau dès lors qu'il a permis sa mise en œuvre correcte.

- **Rubrique R : Réglage**

Sous cette rubrique est donnée une indication sur l'épaisseur des couches élémentaires à mettre en œuvre. Cette notion d'épaisseur de réglage est cependant très importante pour la qualité de la mise en œuvre. On peut être amené à imposer pour une classe de matériau donnée un réglage en couche mince indépendamment des considérations liées au compactage,

Dans le cas des matériaux rocheux, le réglage doit systématiquement être réalisé par déchargement des matériaux à la partie supérieure de la couche en cours de mise en œuvre et poussage dans le talus de couche à l'aide d'un buteur de forte puissance

- **Rubrique C : Compactage**

Trois niveaux d'énergie sont distingués : faible, moyen, intense. Comme pour les épaisseurs de réglage il s'agit d'une indication qualitative sur le niveau d'énergie de compactage requis par les différents matériaux. Les données quantitatives répondant précisément au cas de chantier considéré. De manière générale le compactage « faible » doit être appliqué aux matériaux humides pour éviter leur mise en saturation et compactage intense aux matériaux secs

- **Rubrique H : Hauteur des remblais**

L'existence de cette rubrique tient au fait que les possibilités d'utilisation des matériaux sont fonction de la hauteur du remblai. Il est donc précisé sous cette rubrique que certaines conditions de mise en œuvre, qui sont acceptables pour des remblais de faible hauteur, ne doivent pas être employées pour des remblais plus élevés car elles introduiraient des risques excessifs du point de vue du tassement ou de la stabilité et du tassement propres du corps de remblai. Pour fixer les idées on considère

- Que les remblais de faible hauteur sont limités à 5 m,
- Que les remblais de hauteur moyenne sont limités à 10 m,
- Que les remblais de grande hauteur dépassent 10 m.

**Tableau.10:** Tableau récapitulatif des conditions 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 ( $\leq 10m$ )



**Conclusion**

L'analyse du tracé sur le terrain ainsi que la consultation de divers documents pertinents ont permis de tenir compte de façon préliminaire des aspects géotechniques et hydrogéologiques afin d'ajuster ce tracé et le rendre le plus optimal possible pour cette étape de l'étude.

Suite à des observations géologique sur site, le gite constitue essentiellement de matériau meuble de nature colluvionnaire appartient à la classe **C1B4**. Ce sont des tufs avec des conglomérats et des sables limoneux peu argileux, pouvant être utilisé en remblai en respectant les conditions d'utilisation.

### Conclusion générale

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. Elle constitue une des traces les plus significatives que laissent les Sociétés. Elle participe, de nos jours comme autrefois, à la qualité de l'environnement et du cadre de vie. Elle joue un rôle important dans le secteur des transports et communications dont elle fait partie de ses équipements collectifs appelés infrastructures.

La route occupe une place de choix dans l'économie d'un pays essentiellement en raison des investissements que nécessite sa construction. Son évolution s'est faite en relation étroite avec celle du véhicule et ceci, compte tenu de la progression de l'économie et de la société. L'analyse du tracé sur le terrain ainsi que la consultation de divers documents pertinents ont permis de tenir compte de façon préliminaire des aspects géotechniques et hydrogéologiques afin d'ajuster ce tracé et le rendre le plus optimal possible pour cette étape de l'étude.

Suite à des observations géologique sur site, le gite constitue essentiellement de matériau meuble de nature colluvionnaire appartient à la classe **C1B4**. Ce sont des tufs avec des conglomérats et des sables limoneux peu argileux, pouvant être utilisé en remblai en respectant les conditions d'utilisation.

# *Bibliographie*



- **Baghdad A. (2013).** Géologie et géotechnique appliquée aux études des grands ouvrages, cour de tracé linéaire .Uni. Jijel, 33P.P
- **Bouafia A. (2009).** Mécanique des sols appliquée problèmes résolus, 2<sup>ème</sup> édition, alger, p.p.122.
- **Bouillin, J.P. (1977).** *Géologie Alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia (Algérie), thèse Doct. Uni. P. & M. Curie, 511P.*
- **Bouillin, J.P. (1979):** *La transversale de Collo et d'El-Milia (Petite Kabylie): une région- clef pour l'interprétation de la tectonique Alpine de la chaîne littorale d'Algérie. Thèse. Paris. Mém. Soc. Géol. France. Nouv. Série. L VII, n°135,84P.*
- **Courbot H. (1957).** Conception et construction des chaussées, Tome I, les véhicules, les sols, le calcul des structures, Eyrolles, p.p. 448
- **C.C.T.P :** Conception Contrôle Travaux Publique
- **Djellit H. (1987).** Evolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flyschs en Petite Kabylie occidentale (Algérie).Thèse Doct. Univ d'Oray Paris, p.p.206.
- **Durand Delga, M. (1955):** *Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat. Paris, Publ.serv.Carte géol. Algérie, 24,533P.*
- **Durand Delga, M. (1969):** *Mise au point sur la structure du Nord Est de la Berberie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 39: P 89-131*
- **Durand Delga, M. (1971).** *Les unités à Mésozoïque métamorphique d'El-Milia et Texanna (Algérie) et leur cadre structural. Bull. Soc. Géol. France. XIII, P328-337.*
- **Fischeur, E. (1909):** *Les terrains anciens et l'Eocène métamorphique dans les massifs Numidiens. Bull. Soc. Géol. France., P 407-431*
- **Gelard, J.P. (1969):** *Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de chellata, le flysch maurétanien (grande Kabylie). Bull. Soc. géol. France, (7), XI, Paris, P 676-686.*



- **George J. (1970).** Conception et construction des chaussées, Tome II, les matériaux, les matériels, les techniques d'exécution des travaux, édition eyrolles,61, boulevard Saint-Germain-paris-v<sup>e</sup>, p.p.331.
- **Glangeaud, L. (1932):** *Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger.* thèse, paris Bull. Serv. Carte géol. Algérie (2), n°8,590P.
- **GTR :** Gide technique, réalisation des remblais et des couches de forme, fascuile I, septembre 1992
- **Kherrouba H. (2008).** Étude géologique et géotechnique des zones instables de la région de Texanna \_Djimla (W .Jijel, Algérie), mémoire de magistère, p.p.123.
- **Lahonder, J.C. (1979) :** *Datation des grès numédiens d'Algérie orientale, conséquences structurales C.R.A cad.Sc.Paris, T289, (série D), n°4, P383-386.*
- **Mahdjoub, Y. (1991) :** *Cinématique des déformations et évolution p/T. Anté-Alpine et Alpine de la Petite Kabylie (Algérie Nord orientale). Un modèle d'évolution du domaine tellien interne, Thèse de sciences, Alger.*
- **Pierre H. (1997).** Génie géotechnique applications de la mécanique des sols et des roches, ellipses, 32rue bargue, Paris, p.p222.
- **Raoult, J.F. (1969 c):** *Relation entre la dorsale Kabyle et les flyschs sur la transversale de Dj. Rhédir, phase tangentielle Eocène, paléogéographie (Nord Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Geol. France (7), XI, Paris. P523-543.*
- **Raoult, J.F. (1972) :** précisions sur le flysch massylien : séries stratigraphiques, variations de faciès, nature du matériel remanié (Nord du Constantinois).Bull. Soc. Hist, nat, Afr, Nord, Alger, P73-92.
- **Raoult, J.F. (1974):** *Géologie du centre de la chaîne Numidique (Nord du Constantinois, Algérie). Mem. Soc. Géol. France, 53, 121, 163P*
- **Rapport des zones d'emprunt :** pénétrante autoroutière reliant le port de Djen Djen à l'autoroute Est-Ouest sur 100 km
- **Vila, J. M. (1980):** *La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doct. UNIV.Pierre et Marie Curie (Paris VI) ,3 vol, Paris. 663P.*

- **Wildi, W. (1983).** la chaîne Tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie, évolution du Trias au miocène *REV. Géol. Dyn. Geographys ; 24.*

Site Web

<http://www.techniques-ingenieur.fr/glossaire/classification-des-sols>

[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers10-11/09189.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-11/09189.pdf)

<http://www.polymtl.ca/cppm/docs/notesCours/224/Presentation-Chapitre2.pdf>

[http://www.soil.ch/doku/klass\\_03\\_2010\\_f.pdf](http://www.soil.ch/doku/klass_03_2010_f.pdf)

<http://tel.archives->

[ouvertes.fr/docs/00/80/09/52/ANNEX/Annexes\\_ThA\\_se\\_Traitement\\_de\\_sols\\_.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/80/09/52/ANNEX/Annexes_ThA_se_Traitement_de_sols_.pdf)

[http://arvor-geo.fr/cariboost\\_files/GTR\\_20-](http://arvor-geo.fr/cariboost_files/GTR_20-)

[\\_20Couches\\_20de\\_20forme\\_20du\\_2023\\_12\\_10.pdf](http://arvor-geo.fr/cariboost_files/GTR_20-20Couches_20de_20forme_20du_2023_12_10.pdf)

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Tableau synthétique des zones d'emprunt.....	23
<b>Tableau 2</b> : Classification des matériaux-classe R .....	31
<b>Tableau 3</b> : Résultat d'analyse granulométrie .....	34
<b>Tableau 4</b> : Limite de liquidité .....	37
<b>Tableau 5</b> : Limite de plasticité .....	38
<b>Tableau 6</b> : Essai au bleu selon la norme NA 5288 cas d'un sol ou d'un matériau rocheux .....	40
<b>Tableau 7</b> : Résultat obtenue pour l'essai Proctor.....	41-42
<b>Tableau 8</b> : Résultat des défèrent essai.....	43
<b>Tableau 9</b> : Résultat de CCTP pour ZE14.....	46
<b>Tableau 10</b> :Tableau récapitulatif des conditions pour utiliser les différents matériaux en remblai.....	50

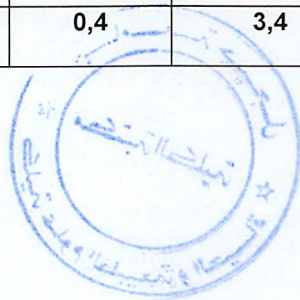


## Liste des Figures

<b>Figure 1:</b> Réseau routier et le tracé de la pénétrante Jijel- El Eulma.....	5
<b>Figure 2 :</b> Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (Domizig, 2006).....	6
<b>Figure 3:</b> Domaine des flyschs (bouillin, 1979) .....	9
<b>Figure 4:</b> Carte géologique de la région d'étude (Djellit ; 1987) .....	13
<b>Figure 5:</b> Carte d'intensités sismiques maximales observées dans le nord de l'Algérie .....	15
<b>Figure 6 :</b> Contexte sismo-tectonique de la région Jijel-Bougie (C.R.A.A.G ; 1971)...	15
<b>Figure 7:</b> Eléments du tracé en plan .....	17
<b>Figure 8:</b> Elément constitutifs du profil en travers.....	20
<b>Figure 9:</b> La situation géographique de site .....	24
<b>Figure 10:</b> Situation géographique de la zone étudiée(ZE) .....	24
<b>Figure 11:</b> Carte géologique de zone d'emprunt .....	25
<b>Figure 12:</b> Coupe géologique Jijel-Tamescuida .....	25
<b>Figure 13:</b> Photo illustrant les conglomérats du pliocène au niveau de Rekkada Metlétine.....	26
<b>Figure 14 :</b> Coupe géologique N-S de la transversale Jijel-Djimla.....	27
<b>Figure 15 :</b> Courbe granulométrique .....	35
<b>Figure 16:</b> Matérielles utilisé pour déterminé la limite de liquidité et plasticité.....	35
<b>Figure 17:</b> Détermination de $W_p$ , $W_l$ et $I_p$ .....	36
<b>Figure 18 :</b> Courbe de liquidité .....	38
<b>Figure 19:</b> La courbe Proctor.....	41
<b>Figure 20:</b> Courbe Proctor .....	43
<b>Figure 21:</b> Classification des matériau de sols $>50$ mm.....	44
<b>Figure 22:</b> Classification des matériaux cas de sol $\leq 50$ mm .....	45

Tableau 1. Tableau synthétique des zones d'emprunt

Zone dépôt	Wilaya	PK	Distance de l'autoroute Km	Surface (Ha)	Volume estimé (m <sup>3</sup> )
ZE-01	Sétif	104+700	0,2	13,44	900 000
ZE-02	Sétif	101+200	0,9	13,66	1 000 000
ZE-03	Sétif	90+600	1,9	24,74	1 500 000
ZE-04	Sétif	90+600	1,95	24,67	1 500 000
ZE-05	Sétif	90+600	2	19,45	1 300 000
ZE-06	Sétif	92+400	1,38	15,74	1 100 000
ZE-07	Sétif	92+400	1,39	15,11	1 100 000
ZE-08	Sétif	075+200	4,1	23,91	1 800 000
ZE-09	Jijel	041+400	5,5	22,24	1 500 000
ZE-10	Jijel	041+400	6	17,03	1 200 000
ZE-11	Jijel	034+400	5,8	10,94	800 000
ZE-12	Jijel	034+400	5	14,18	900 000
ZE-13	Jijel	033+400	3,5	4,05	400 000
ZE-14	Jijel	014+800	0,4	3,4	300 000



Encadré par Mr Belala. Z	Présenté par : ANANI AITAB	Date de soutenance :
Thème : Utilisation des géomatériaux dans la construction routière et autoroutière (cas de la pénétrante Jijel el Eulma)		
<p style="text-align: right;"><b>ملخص</b></p> <p>الدراسة المحققة في هذا العمل هي انشاء عمل فني من نوع طريق سيار يربط ما بين ميناء جن جن و العلما، تعتمد عل معالجة مختلف الخصائص الجيولوجية و الجيوتقنية للمنطقة.</p> <p>الهدف من هذه الدراسة هو معرفة مكان أخذ مواد تكون أقرب للطريق السريع لتسهيل عملية نقل المواد أثناء تنفيذ المشروع .</p> <p>أهمية هذه الدراسة هي القدرة على استخدام المواد، مما تسمح للاختبارات التي ستجرى والمناهج باستخدامها. لذا ركزنا علي حساب الحد السائل واللدونة، قيمة الأزرق، والمحتوى المائي الأمثل والحد الأقصى للكثافة الجافة، منحني توزيع حجم الجسيمات .</p> <p>ملخص النتائج التي تم الحصول عليها من الحسابات الجيوتقنية تحقيق الاختبارات المعملية مع تقييم الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمواد المستخدمة ونتائج هذا الاختبار تبين أن نوعية الركام تحليها واستخدامها المحتمل والتعبئة وطبقة النموذج .</p> <p style="text-align: right;"><b>كلمات البحث:</b> اختراق والسيولة والليونة، والقيمة الزرقاء، منحني الدرجات</p>		
<p><b>Résumé :</b></p> <p>L'étude réalisée dans ce travail concerne la réalisation d'un ouvrage d'art, cas de la pénétrante Djen Djen - El-Eulma, qui reconnaissances les différentes caractéristiques géologiques et géotechniques de la région sont traités.</p> <p>Le but de ce travail est de présenter les utilisations des géomatériaux dans la construction routière et autoroutière et aussi présenter les différentes zones d'emprunt les plus proches de l'autoroutière afin d'optimiser les distances de transport des matériaux lors de l'exécution de projet.</p> <p>L'importance de cette étude est la possibilité d'utilisation des matériaux en remblais, permettant des essais à réaliser et de méthode de calcul à utiliser. Nous avons mis l'accent sur calculer la limite de liquidité et plasticité, la valeur au bleu, la teneur en eau optimal et la densité sèche maximum, la courbe granulométrique.</p> <p>La synthèse des résultats de calculs géotechniques obtenus à réalisation des essais en laboratoires avec évaluation des caractéristiques physico-mécaniques des matériaux à utiliser, ainsi que les résultats de ces essais qui montrent la qualité des granulats analysés et possibilités d'utilisation en remblais et couche de forme.</p> <p><b>Mots-clés :</b> pénétrante, liquidité, plasticité, valeur au bleu, courbe granulométrique,</p>		
<p><b>Abstract :</b></p> <p>The study in this work is the realization of a work of art, where the penetrating Djen Djen - El Eulma, which shall defer the recognition of the geological and geotechnical characteristics are treated area.</p> <p>The aim of this study is to present the differential nearest the highway borrow pits to maximize distance transportation of materials during project implementation.</p> <p>The importance of this study is the ability to use materials in landfills, allowing tests to be conducted and methodology to be used. We have focused on calculating the liquid limit and plasticity, blue value, the optimum water content and maximum dry density, particle size distribution curve.</p> <p>Summary results of geotechnical calculations obtained realization of laboratory tests with evaluation of physical and mechanical characteristics of the materials used and the results of this test show that the quality of aggregates analyzed and potential use as fill and layer form.</p> <p><b>Keywords:</b> penetrating, liquidity, plasticity, blue value, grading curve</p>		