

**UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA -**

**FACULTE DESHYDROCARBURES, DES ENERGIES RENOUVELABLES ET DES**

**SCIENCES LA TERRE ET DE L'UNIVERS**  
**Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

**En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat en Géologie**

**Option : Géologie de l'Ingénieur**

**THEME**

***Contribution à la valorisation des potentiels locaux en granulats de la région de Ouargla par les méthodes géotechniques***

*Le 11/ 06/ 2014*

*Soutenu publiquement par :*

**M<sup>r</sup>. HOUGA Abdelbasset**

**M<sup>r</sup>. SOLTANA Abdallah**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b>Mellaoueh Oualid</b>	<b>M.A.A</b>
<b>Promoteur :</b>	<b>SATOUH Adel</b>	<b>M.A.A</b>
<b>Co promoteur :</b>	<b>ZENKHRI Abdelrazzak</b>	<b>M.A.A</b>
<b>Examineur :</b>	<b>REMITA Abdelatif</b>	<b>M.A.A</b>

**Année Universitaire : 2013/2014**

# Remerciements

*A l'issue de cette étude, nous remercions le BON DIEU tout puissant qui nous a donné tant de courage, de volonté, de patience et d'abnégation pour mener à terme ce mémoire.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés et qui nous ont facilité la tâche pendant toute la durée de nos études, surtout nos enseignants qui ont participé à notre formation ainsi que le personnel administratif.*

*Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études et particulièrement notre encadreur Mr Adel Satouh qui a suivi notre travail ainsi que Mr Zenkhri pour leurs conseils et leur aide précieuse.*

*Nous exprimons aussi nos remerciements à :*

*tous les responsables de LTPS : Mr Hafsi, l'ingénieur Mr. Chebouba Hamlaoui.*

*Nous remercions également tous les étudiants, enseignants de l'université d'Ouargla qui nous ont apporté aide et conseils.*



*\*\*Dédicace\*\**

*Je dédis ce travail à la lumière de  
mes jours ma mère et mon père,  
À mon frère Younes et Zakaria .  
Et mes sœurs: Laila, Marwa , Tahani , Sonia  
et le petite de la maison Baraa et Bouthaina  
À mes grandes mères, tous mes oncles et mes  
tantes.  
À toute ma famille (Soltana, Farsi) et mes amis  
Massacouè, Bassout, Bakki, Alla, Mouharram,  
Kafnaoui, Koussam, Ismail , Amair,  
Chafik, Bacha, Kamel, Zakaria, Yassine, Youcef, Othma  
ne, Redha, Taha , Oussama, Makki, Lamine,  
Mohammed, Kamza, Basset.  
À tous mes amies  
♥ Abdallah ♥*



*\*\*Dédicace\*\**

*Je dédis ce travail à la lumière de*

*mes jours ma mère et mon père,*

*À mes frères : Fareck, Yahia, Kaouari .*

*Et mes sœurs: Gamra et Imane .*

*À toute ma famille (Kouga, Bessa) et mes amis  
Massaoud, Abdellah Bakki, Alla, Mouharram,  
Mohammed, Fares, Koudaifa, Nabile, Najeb, Ayoub,  
Amine, Maki, Younes, Salime, Bahi, Kalime,  
Rachid, Fouad, Ziyad, Oussama, Imad, Ramdan,  
Kossam .*

*À tous mes amis*

*♥ Abdelbasset ♥*

## **Résumé :**

Les granulats sont des matériaux naturels qui peuvent provenir soit de roches massives (d'origine éruptive, métamorphique ou sédimentaire consolidé), soit de roches meubles (formations alluvionnaires, granulats marins et autres sables) ou soit des produits de recyclage. Leur taille est comprise entre 0 et 125 mm. Leur nature et leur forme varient en fonction du type de gisement et des techniques de production.

La cuvette d'Ouargla est située au Nord-Est du Sahara algérien. Elle présente une superficie de l'ordre de 95 000 ha et un climat aride. La région d'Ouargla, par sa position géographique centrale et de sa proximité aux bassins pétroliers et gaziers, s'installe progressivement comme le centre administratif, technique et industriel du territoire saharien d'où la recherches de nouveaux ressources sur le plan matériaux de constructions, agrégat, ciment est devenue une préoccupation qui demande plus d'étude de prospection et valorisation .

Sur le plan géologique, la région d'étude fait partie de la plateforme saharienne dont elle ne constitue qu'un sous bassin intra-cratonique, sa bordure Nord s'allonge progressivement vers la flexure sud atlasique saharienne où l'existence d'un fossé très subsidient au Mésozoïque donnera naissance à la chaîne péri-cratonique de l'Atlas saharien.

La reconnaissance géologie autre les deux région (HASSI EL HADJAR et de HAOUD EL HAMRA) montre quelle sont constituées de plusieurs ensembles d'affleurements exogènes (gypse ; calcaires ; grés sable). Les deux secteurs d'étude ont presque les mêmes qualités avec un simple supériorité de la région de HASSI EL HADJAR .

La reconnaissance géotechnique des différents roches de la futur carrière au lieu-dit HASSI EL HADJAR par sondage carotté, échantillonnage par ramassage de roche avec essai et les analyses au laboratoires , montrent qu'elles sont des calcaires denses dont les caractéristiques géotechniques intrinsèques sont bonnes, permettant d'obtenir des granulats de qualité destinées aux travaux routiers et de béton. En ce qui concerne la qualité des agrégats de la carrière de HAOUD EL HAMRA, elle ne peuvent utilisés que pour le béton.

**Mots Clés :** granulats, agrégats, béton, ciment, sable, calcaire, gypse, grés, HAOUD EL HAMRA, HSSI EL HEDJAR, Ouargla

## **Abstract :**

The aggregates are a natural materials that can originate either from massive rocks of (volcanic origin, metamorphic or sedimentary consolidated rocks) or unconsolidated rocks (alluvial formations, marine and other aggregates sands) or they are product from recycling materials. Their size is comprised between 0 and 125 mm. Their nature and shape are very depending on the type of deposit and production techniques.

Basin Ouargla is located north-east of the Algerian Sahara. It has an area of about 95000 ha and has an arid climate. The Ouargla region, has central geographic position and its situated in proximity to oil and gas basins progressively. installed as an important administrative, technical and industrial center of the Saharan territory. for that: the search for new resources for building materials, aggregate, cement has become a worry that requires more study exploration and exploitation.

Geologically, the study area is part of the Saharan platform from which it is located in intra-cratonic basin, its northern edge gradually extends to the South Atlas flexure Saharian Africa where the existence very subsidizing gap Mesozoic give rise to peri-cratonic Atlas Mountains Sahara.

Recognition geology another two region (Hassi HADJAR EL and EL HAOUD HAMRA) Almost the same quality with a simple superiority of the first region It consists of several outcrop exogenous sets (gypsum, limestone, sandstone sand).

The geotechnical future career at a place called El Hassi HADJAR by core sampling, sampling collection of rock with testing and laboratory analysis, and consisting of dense limestone, whose intrinsic geotechnical characteristics are good for obtaining aggregates quality for road works and concrete regarding the career HAOUD EL HAMRA Is it not the same quality that aggregates used only for concrete.

**Key words:** aggregates, gypsum, limestone, sandstone, sand, concrete, Cement, HAOUD EL HAMRA, HSSI EL HEDJAR, Ouargla

## ملخص :

الركام هو مادة طبيعية يمكن أن تنشأ إما من الصخور الضخمة (اصول ناريه و متحوله او رسوبية متماسكة ) ايضا صخره هشة ( تشكيلات الطمي والركام والرمال البحرية الأخرى ) و أخيرا إعادة تدوير المنتج او إعادة استخدام مواد من تدمير مبنى او طريق, حيث يتراوح حجمها ما بين 0 و 125 ملم اما من ناحيه الطبيعة شكلها يختلف تبعا لنوع تقنيات الودائع والإنتاج .

حوض ورقلة يقع شمال شرق الصحراء الجزائرية. وتبلغ مساحتها حوالي 95000 هكتار، حيث تتميز بمناخ جاف، اما بالنسبة للموقع الجغرافي لمنطقه ورقلة يعتبر مركزي وقريب من أحواض النفط والغاز حيث تثبت تدريجيا كمركز اداري، ما يؤدي الى البحث عن موارد جديدة من حيث مواد البناء، ركام، اسمنت، حيث أصبحت مصدر قلق يتطلب المزيد من الدراسة الاستكشاف والاستغلال .

من الناحية الجيولوجية منطقة الدراسة هي جزء من منصة الصحراء والتي تعتبر في حوض داخل كراتونيك، اما من الناحية الشمالية فتمتد تدريجيا نحو انثناء جنوب الاطلس الصحراوي حيث توجد فجوه دعم كبيره في الميزازويك (الدهر الوسيط )تولد سلسلة شبه كراتونيك من الأطلس الصحراوي .

الاعتراف الجيولوجي في المنطقتين (حاسي الحجر و حوض الحمرا ) تقريبا نفس النوعية مع

تفوق بسيط للمنطقة الاولى مع بروز خارجي (الجبس؛ الحجر الجيري؛ الرمل , الحجر الرملي)

الاعتراف الجيوتقني في المنطقة الجديدة المستقبلية والتي تسمى حاسي الحجر قبل أخذ العينات

الأساسية، وجمع عينات من الصخور مع الاختبار والتحليل المخبرية وتتكون من الحجر الجيري الكثيف،

ان الخصائص الجيوتقنية الجوهرية هي جيدة للحصول على جودة أعمال الطرق والخرسانة، فيما يتعلق

بمنطقه حوض الحمرا ليس من نفس نوعية الركام في المنطقة الاولى والتي تستخدم فقط في الخرسانة.

**الكلمات المفتاح :** الركام, الاسمنت, الخرسانة, الجبس؛ الحجر الجيري؛ الرمل, الحجر الرملي , ورقلة, حاسي الحجر, حوض الحمرا

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau. 01 : Classes granulaires des granulats .....	5
Tableau. 02 : Différents types de granulats issus de roches massives .....	6
Tableau. 03 : Classification des granulats en fonction de leur masse volumique .....	10
Tableau. 04 : Influence des caractéristiques du granulat sur les performances des bétons...	14
Tableau. 05 : Différents essais géotechniques et leur norme .....	16
Tableau. 06 : Récapitulatif des essais des granulats HASSI EL HEDJAR.....	48
Tableau. 07 : Récapitulatif des essais au( LTPS ) des granulats HAOUUD EL HAMRA.....	51



## LISTES DES FIGURES

Figure. 01 : Carte de situation géographique.....	17
Figure. 02 : La situation géographique de la zone d'étude.....	18
Figure. 03 : Carte géologique du Bas-Sahara (d'après Nesson, 1975).....	20
Figure. 04 : Colonne stratigraphique typique du Sahara septentrional (Sonatrach Division Forage,2004).....	22
Figure. 05 : Coupe géologique du Sahara (Sonatrach, 1972).....	26
Figure. 06 : Carte tectonique représente Sahara septentrional (J. Fabre ,1976).....	28
Figure. 07 : Carte géologique représentant région l'étude au 1/5 000 000.....	32
Figure. 08 : Echantillons de roche affleurant en surface.....	33
Figure. 09 : Cartes d'implantation des sondages carottant au niveau de la région HASSI EL HEDJAR.....	34
Figure. 10 : Carte géologique détaillée de la région de HASSI LE HEJAR.....	34
Figure. 11 : Coupe géologique Nord-Sud (A-B) détaillée de la région de HASSI LE HEJAR .....	35
Figure. 12 : Faille de direction NE-SW au niveau de la région de HASSI EL HEDJAR..	36
Figure. 13 : Conglomérat avec silex au sondage N° 1.....	37
Figure. 14 : Formation gypseuse au sondage N° 2.....	38
Figure. 15 : Sable rouge et grés du sondage N° 9.....	38
Figure. 16 : La caisse à carottes du sondage N° 6 et TC 1 .....	39
Figure. 17 : La caisse à carottes du sondage N°7.....	39
Figure. 18 : La caisse à carottes du sondage N° 8.....	40
Figure. 19 : Photo montrant les Calcaires lumachellique détaillée de la région de HASSI LE HEJAR .....	41
Figure. 20 : Matériel d'Essais Los Angeles.....	43
Figure. 21 : Matériel d'Essais Micro Deval.....	44
Figure. 22 : l'éprouvette de la Masse volumique absolue.....	46
Figure. 23 : l'éprouvette de la Masse volumique apparente.....	46
Figure. 24 : Abaque de DRG.....	50

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

## CHAPITRE I : Généralités sur les Granulats

I. 1. Introduction .....	3
I. 2. Définitions .....	4
I. 3. Classification des granulats .....	4
I. 4. Différents types de granulats .....	5
I. 4. 1. Selon la masse volumique réelle .....	5
I. 4. 1. 1. Granulats légers .....	5
I. 4. 1. 2. Granulats courants.....	5
I. 4. 1. 3. Granulats lourds.....	5
I. 4. 2. Selon l'origine.....	6
I. 4. 2. 1. Granulats naturels.....	6
I. 4. 2. 2. Granulats artificiels.....	6
• sous-produits industriels, concasses ou non.....	6
• granulats a hautes caractéristiques.....	7
• granulats recycles.....	7
I. 4. 3. Selon la forme de leurs grains.....	7
I. 4. 3. 1. Les granulats concasses.....	7
I. 4. 3. 2. Les granulats rous.....	7
I. 5. Caractéristiques.....	7
I. 5. 1. Caractéristiques géométriques.....	8
I. 5. 1. 1. Granularité ou courbe granulométrique.....	8
I. 5. 1. 2. L'influence de la teneur en fines .....	8
I. 5. 1. 3. La teneur optimale en fines.....	8
I. 5. 1. 4. Forme.....	9
I. 5. 2. Caractéristiques physiques et mécanique .....	10
I. 5. 2. 1. Masse volumique et absorption d'eau .....	10
I. 5. 2. 2. Résistance à la fragmentation des gravillons (Los Angeles).....	11
I. 5. 2. 3. Résistance à l'usure des gravillons (Micro-Deval).....	11
I. 5. 2. 4. Résistance au polissage des gravillons.....	11
I. 5. 2. 5. Résistance des gravillons au gel-dégel.....	12
I. 5. 3. Caractéristiques chimiques.....	12
I. 5. 3. 1. Les chlorures.....	12
I. 5. 3. 2. Soufre et sulfates solubles.....	12
I. 5. 4. Propreté (coefficient d'absorption).....	13
I. 6. Granulats pour bétons .....	13
I. 6. 1. Les rôles granulats pour bétons.....	13
I. 6. 2. L'adéquation granulats/béton.....	13
I. 6. 3. Granulat pour intérêt des granulats dans le béton.....	14
I. 7. Granulats pour routiers.....	15
I. 8. La production des granulats.....	15
I. 9. Norme française .....	16
I. 10. Conclusion.....	16

## CHAPITRE II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

II.1. Cadre géographique .....	17
II. 1. 1. Situation géographique d'Ouargla .....	17
II. 1. 2. Situation géographique de région d'étude .....	18
II. 2. Géologique régionale.....	19
II. 2. 1. Introduction.....	19
II.2. 2. Géologie de bas Sahara.....	19
II.2. 2. 1. Stratigraphie.....	21
II. 2. 2. 2. Evolution tectonique .....	27
II. 2. 3. Reconstitution paléogéographique.....	29
II. 2. 4. Géomorphologie et unités géomorphologiques.....	30
II. 2. 4. 1. La hamada.....	30
II. 2. 4. 2. Les glacis.....	30
II. 2. 4. 3. Les sebkhas.....	31
II. 2. 4. 4. Les dunes.....	31
II. 2. 5. Conclusion.....	32
II. 3. Cadre géologique locale.....	32
II. 3. 1. Cadre géologie HASSI EL HEDJAR.....	32
II. 3. 1. 1. Stratigraphie.....	32
II. 3. 1. 2. Cadre géologique du site.....	33
II. 3. 1. 3. Description de faciès.....	35
II. 3. 1. 4. Sondages carottes.....	37
II. 3. 1. 5. Calcul des réserves.....	41
II.3.2. géologie de HAUD EL HAMRA.....	42
II. 3. 2. 1. Stratigraphique.....	42
II. 3. 2. 2. Gravier de HAUD EL HAMRA.....	42

## CHAPITRE III : ETUDE GEOTECHNIQUE

III. 1. Etude géotechnique de HASSI EL HEDJAR.....	43
III. 1. 1. Essais de laboratoire ( LTPS ).....	43
III. 1. 1. 1. Essai los Angeles.....	43
III. 1. 1. 2. Essai micro Deval.....	44
III. 1. 1. 3. Masses volumiques apparentes et absolues.....	45
III. 1. 1. 4. Coefficient d'absorption.....	46
III. 1. 1. 5. Analyse chimique.....	47
III. 1. 2. Impact sur le milieu naturel et l'activité humaine.....	49
III. 1. 2. 1. Bruits – vibrations.....	49
III. 1. 2. 2. Nuisances dues aux transports des matériaux.....	49
III. 1. 2. 3. Poussières.....	49
III. 1. 3. Dureté relative globale (DRG).....	49
III. 2. Etude expérimentale de HAUD EL HAMRA.....	51
III. 3. Interprétation des résultats.....	52
III. 3. 1. Résultats de HASSI EL HEDJAR.....	52
III. 3. 2. Résultats de HAUD EL HAMRA.....	52
III. 4. comparaison résultats les deux région.....	53

Conclusion générale.....	54
--------------------------	----

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

La dernière décennie, l'Algérie a connu une explosion sur le plan industriel, économique, et au niveau des réseaux routiers, de ce fait la valorisation et la prospection des matériaux locaux de construction est devenue une obligation afin de réaliser ces mégaprojets.

Les carrières font, depuis longtemps, partie de notre paysage. Elles ont permis l'extraction des matériaux pierreux destinés à l'édification de nos maisons, de nos routes ou de nos monuments. L'évolution des techniques de construction n'a pas réduit notre besoin d'en exploiter. La mise en œuvre de l'ensemble de ces programmes, nécessite le recours massif aux matériaux de construction et aux granulats.

Le manque de cette ressource, devenue stratégique, est ressenti comme une entrave au développement. Les pouvoirs publics font face depuis plusieurs décennies au problème «granulats ».

En effet, des milliers de m<sup>3</sup> de granulats sont extraits chaque jour des carrières de la wilaya d'Ouargla en vue de répondre à une demande sans cesse croissante. Cependant, nous manquons d'informations sur :

- les carrières exploitées.
- la nature et la qualité des granulats produits.
- les secteurs utilisateurs qui en sont destinataires.

Ce sont là autant de questions, que ce travail se propose d'y répondre afin que nous puissions identifier et évaluer ce produit ou cette ressource aux multiples usages.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche, il est principalement axé sur la réalisation d'une enquête sur les carrières d'agrégats dans la wilaya de Ouargla .

Les objectifs de ce mémoire est de valoriser le potentiel local en granulat par la constitution d'une banque de données sur les matériaux granulaires de la région de HASSI EL HEDJAR, ainsi que leur utilisation rationnelle pour améliorer les performances de résistance et de durabilité dans la construction.

Ainsi, cet outil va offrir aux maîtres d'ouvrages et/ou maîtres d'œuvres la possibilité d'opérer une sélection optimale de la ressource en granulats lors de la réalisation d'ouvrages de génie civil, et dans le cadre d'une démarche de développement durable.

But d'étude

L'inventaire des ressources existantes et potentielles va fournir un bon panorama de leurs disponibilités dans la région, visant à combler un manque quasi-total d'informations qui permettront à l'avenir de ne plus extraire : n'importe quoi, n'importe où et n'importe comment.

L'objet l'étude géologique et géotechnique d'une carrière destinée pour la production des agrégats au lieu-dit HASSI EL HEDJAR située dans le territoire de la commune d'Ouargla. Cette carrière est d'une superficie de 120 hectares.

Il nous a été demandé d'examiner le site et son environnement afin de recueillir le maximum d'informations dans les domaines de notre compétence.

Le programme de reconnaissance géotechnique était comme suit :

- Une visite sur site et prospection de la zone d'étude.
- Exécution des sondages carottés avec prélèvements d'échantillons.
- Réalisation des essais et analyses en laboratoire.
- Prélèvement d'échantillons de roches pour essais mécaniques.
- Exploitation et commentaire des résultats.

Les matériaux utilisés, sont ceux disponibles au niveau local à savoir : sable de dune de AIN ELBEIDA (Ouargla), sable alluvionnaire de HASSI-ESSAYAH (Ouargla), gravier de HAOUD EL HAMRA (Hassi-Messaoud) et le ciment de AIN TOUTA (Batna).

# Chapitre I :

# Généralités sur les Granulats

**1. INTRODUCTION**

**2. DEFINITIONS**

**3. CLASSIFICATION DES GRANULATS**

**4. DIFFERENTS TYPES DE GRANULATS**

**5. CARACTERISTIQUES**

**6. GRANULATS POUR BETONS**

**7. GRANULATS POUR ROUTIERS**

**8. LA PRODUCTION DES GRANULATS**

**9. NORME FRANÇAISE**

**10. CONCLUSION**

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 1. Introduction :

L'ensemble de grains inertes destinés à être agglomérés par un liant et à former un agrégat est dit granulats.

Le terme agrégats, utilisé pour désigner les granulats, est donc impropre. En effet, un agrégat est un assemblage hétérogène de substances ou éléments qui adhèrent solidement entre eux (le mortier ou le béton par exemple).

Le terme granulat, au singulier, désigne un ensemble de grains d'un même type, quel que soit le critère de classification utilisé. Le terme granulats, au pluriel, sera utilisé pour désigner un mélange de grains de divers types.

Les granulats utilisés dans les travaux de génie civil doivent répondre à des impératifs de qualité et des caractéristiques propres à chaque usage. Les granulats constituent le squelette du béton et ils représentent, dans les cas usuels, environ 80 % du poids total du béton.

Les granulats sont nécessaires pour la fabrication des bétons; du point de vue économique, car ils permettent de diminuer la quantité de liant qui est plus cher; du point de vue technique, car ils augmentent la stabilité dimensionnelle (retrait, fluage) et ils sont plus résistants que la pâte de ciment. Il faut par conséquent, augmenter au maximum la quantité de granulats, en respectant toutefois les deux conditions suivantes:

- Les granulats doivent satisfaire à certaines exigences de qualité.
- La qualité de pâte liante doit être suffisante pour lier tous les grains et remplir les vides.

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 2. Définitions :

On désigne en général par granulats l'ensemble des matériaux inertes-naturels ou artificiels-qui sont solidarités par le ciment. Ce mélange qui se compose de diverses classes granulaires, constitue le squelette granulaire du béton et doit comporter le moins de vides possibles. Par rapport à la pâte de ciment qui les enrobe, des granulats de bonne qualité offrent les avantages suivants :

- résistance généralement plus élevée
- meilleure durabilité
- stabilité volumique en présence d'humidité, d'où un effet favorable sur le retrait du béton (réduction)
- absorption d'une partie de la chaleur d'hydratation, d'où un effet régulateur sur le processus de prise.

## I. 3. Classification des granulats :

On peut classer les granulats en fonction de leur granularité déterminée par analyse granulométrique sur des tamis de contrôle à maille carrées dans une série normalisée. On distingue plusieurs familles de granulats

- Fillers 0/D où  $D \leq 2$  mm et contenant au moins 70% de passant à 0.063mm.
- Sablons 0/D où  $D \leq 1$  mm et contenant moins de 10% de passant à 0.063mm.
- Sable 0/D où  $D \leq 6.3$  mm sauf les sables pour béton où  $D \leq 4$ mm.
- Graves 0/D où  $D > 6.3$  mm.
- Gravillons d/D où  $d \geq 1$  mm et  $D \leq 31.5$  mm.
- Cailloux d/D où  $d \geq 20$  mm et  $D \leq 125$  mm.

- **Remarque :**

La famille dite ballast d/D où  $d \geq 25$  mm et  $D \leq 50$  mm est complètement contenue dans la famille dite cailloux d/D où  $d \geq 20$  mm et  $D \leq 125$  mm, c'est pour cela qu'elle n'est pas citée dans la classification précédente.

Il peut être utile dans certains cas d'écrire la classification suivante:



# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

Tableau. 01 : Classes granulaires des granulats

APPELLATION		Dimension de la maille des tamis en (mm)
Pierres cassées et cailloux	Gros	50 à 80
	Moyens	31,5 à 50
	Petits	20 à 31,5
Gravillons	Gros	12,5 à 20
	Moyens	8 à 12,5
	Petits	5 à 8
Sable	Gros	1,25 à 5
	Moyens	0,31 à 1,25
	Petits	0,08 à 0,31
Fines, farines et fillers		inférieur à 0,08

## I. 4. Différents types de granulats :

On peut citer plusieurs types en fonction de plusieurs critères concernant le granulat lui-même.

### I. 4. 1. Selon la masse volumique réelle :

#### I. 4. 1. 1. Granulats légers :

Ce sont les granulats dont la masse volumique réelle est inférieure à 2 t/m<sup>3</sup>, comme les argiles, les schistes, les laitiers expansés ou encore les pouzzolanes. Ils sont destinés à la préparation des bétons légers.

#### I. 4. 1. 2. Granulats courants :

Ce sont les granulats dont la masse volumique réelle est entre 2 et 3 t/m<sup>3</sup>,

#### I. 4. 1. 3. Granulats lourds :

comme les matériaux naturels, alluvionnaires (silex, calcaire dur silico-calcaire) de densité entre 2.5 et 2.7, éruptifs ou sédimentaires (grès, porphyres, diorite, basaltes, ...etc.) de densité entre 2.6 et 3.

Ce sont les granulats dont la masse volumique réelle est supérieure à 3 t/m<sup>3</sup>. Ils sont essentiellement employés pour la confection des bétons lourds utilisés pour construire des ouvrages nécessitant une protection biologique contre le rayonnement. On utilise en particulier les barytines, les magnétites qui ont une densité entre 3.4 et 5.1, aussi les riblons et les grenailles de fonte qui ont une densité entre 7.6 et 7.8.

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 4. 2. Selon l'origine :

### I. 4. 2. 1. Granulats naturels :

D'origine minérale, issus de roches meubles (alluvions) ou de roches massives, n'ayant subi aucune transformation autre que mécanique (tels que concassage, broyage, criblage, lavage).

Les granulats naturels sont issus de roches meubles ou massives. Les roches meubles (matériaux alluvionnaires) sont exploitées le long des fleuves et des rivières. Les roches massives calcaires constituent les bassins sédimentaires et les chaînes récentes; les roches massives éruptives constituent les massifs anciens

**Tableau. 02 : Différents types de granulats issus de roches massives**

Types de roches massives	Exemple de famille de granulats
Roche magmatique Roche éruptive	Granite, rhyolite, porphyre, diorite, basalte, etc.
Roche sédimentaire	Grès, grès quartziques, silex, calcaires, etc.
Roche métamorphique	Gneiss, micaschistes, quartzites, etc.

### - Origine minéralogique :

Parmi les granulats naturels, les plus utilisés pour le béton proviennent de roches sédimentaires siliceuses ou calcaires, de roches métamorphiques telles que les quartz et quartzites ou de roches éruptives telles que les basaltes, les granites, les porphyres.

### I. 4. 2. 2. Granulats artificiels :

D'origine minérale résultant d'un procédé industriel comprenant des transformations thermiques ou autres.

Des granulats artificiels peuvent être employés pour réaliser des bétons à usages spécifiques.

- **Sous-produits industriels, concassés ou non :**

Les plus employés sont le laitier cristallisé concassé et le laitier granulé de haut fourneau obtenus par refroidissement à l'eau.

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

- **Granulats à hautes caractéristiques :**

Il s'agit de granulats élaborés industriellement pour répondre à certains emplois, notamment granulats très durs pour renforcer la résistance à l'usure de dallages industriels (granulats ferreux) ou granulats réfractaires.

- **Granulats recyclés :**

obtenu par traitement d'une matière inorganique utilisée précédemment dans la construction, tels que des bétons de démolition de bâtiments.

Ce sont essentiellement des granulats obtenus par recyclage de béton de démolition.

## **I. 4. 3. Selon la forme de leurs grains :**

### **I. 4. 3. 1. Les granulats concassés :**

Ce sont des granulats provenant du concassage des pierres et dont les grains ont une certaine angularité. Ils sont issus du concassage des roches de porphyres, grès, calcaires, quartzites, de galets concassés et de laitiers.

### **I. 4. 3. 2. Les granulats roulés :**

Ils représentent les granulats ayant subi une altération naturelle mécanique due à l'eau, au vent, à l'usure réciproque des granulats lors de leur transportation dans la nature. Il résulte que plus de 90% des surfaces des grains sont arrondies et de provenance alluvionnaire.

## **I. 5. Caractéristiques:**

Les exigences concernant les caractéristiques des granulats pour béton sont spécifiées dans la NBN EN 12620 « Granulats pour béton » et le PTV 411 « Codification des granulats ». Les caractéristiques principales des granulats pour bétons ont les suivantes :

- caractéristiques géométriques (granularité, teneur en fines, forme)
- caractéristiques physiques et mécanique (Los Angeles, Micro Deval, masse volumique et absorption d'eau, gélivité, réaction alcali-silice, résistance au polissage)
- caractéristiques chimiques (chlorure, sulfates solubles, soufre)
- propreté.

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 5. 1. Caractéristiques géométriques :

### I. 5. 1. 1. Granularité ou courbe granulométrique

La granularité influence de manière déterminante la porosité du squelette granulaire, et par conséquent la densité du béton et sa résistance. Elle a également une influence considérable sur la demande en eau et sur l'ouvrabilité du béton.

La granularité représente la distribution dimensionnelle des grains, exprimée en pourcentage de masse passant au travers d'un ensemble spécifié de tamis.

En tamisant le granulat au moyen d'une série de tamis normalisés à mailles carrées, on obtient pour chaque tamis un refus qui permet de désigner les granulats entre mes de dimension inférieure ( $d$ ) et supérieure ( $D$ ) de tamis, exprimé en  $d/D$ . Comme les classes granulaires d'un granulat présentent généralement plus ou moins toutes la même masse volumique, il est suffisant de spécifier la granularité en pourcentage de masse

### I. 5. 1. 2. L'influence de la teneur en fines :

La fraction 0-4 mm a une influence primordiale sur la qualité d'ensemble du mélange de granulats. C'est sa porosité et la forme de sa granularité qui va jouer un grand rôle sur la demande en eau.

Un bon sable à béton doit avoir environ un tiers de ses grains compris entre 0,250 et 0,500 mm.

Les fines ( $< 0,125$  mm) jouent aussi un rôle déterminant. Pour cette raison, il peut être nécessaire de recomposer la fraction 0-4 mm à partir de sable naturel lavé, de sable concassé sec et/ou de sable concassé lavé.

L'expérience a montré que la teneur totale en fines (ciment, additions et part des granulats de dimensions  $\leq 0,125$  mm).

### I. 5. 1. 3. La teneur optimale en fines :

- Accroît la quantité de film lubrifiant sans augmentation notable de la quantité d'eau de gâchage
- Garantit une meilleure ouvrabilité du béton
- Améliore la capacité de rétention d'eau du mélange et prévient le ressuage pendant et après la mise en place
- Empêche la ségrégation lors de la mise en place et facilite le compactage du béton

## Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

- Améliore la compacité de la pâte de ciment et, par conséquent, l'étanchéité du béton
- Améliore l'efficacité des adjuvants

Il faut cependant veiller à ce que les fines ne comportent pas de substances argileuses de nature gonflante.

### **I. 5. 1. 4. Forme :**

La porosité et la forme des grains, mais aussi leur état de surface et leur distribution dimensionnelle influencent considérablement le besoin en eau du mortier d'enrobage, ainsi que l'ouvrabilité et la stabilité (ressuage) du béton.

L'expérience a montré qu'un mélange pour béton comprenant exclusivement des classes granulaires de granulats concassés pouvait très bien être utilisé.

Les granulats concassés améliorent la résistance mécanique du béton (traction, compression, abrasion), mais influencent défavorablement l'ouvrabilité. La limitation des gravières exploitables entraîne un épuisement progressif des gisements de sables et de graviers naturels roulés, raison pour laquelle le recours aux granulats concassés et recyclés sera de plus en plus fréquent à l'avenir. Ceci ne pose aucun problème, pour autant que le volume de pâte de ciment soit adapté en conséquence.

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 5. 2. Caractéristiques physiques et mécanique :

### I. 5. 2. 1. Masse volumique et absorption d'eau :

L'origine minéralogique et la porosité des granulats déterminent leur masse volumique nécessaire au calcul des matériaux (tableau. 3).

La densité apparente correspond à la masse de matériau en vrac par unité de volume.

Le taux d'humidité des granulats comprend l'eau à la surface des grains et celle absorbée par ceux-ci.

L'humidité des sables est généralement comprise entre 4 et 8% de la masse, tandis que celle des granulats plus grossiers n'excède pas 3%.

Le taux d'humidité des granulats doit être pris en compte pour le calcul des volumes de granulats et pour celui de l'eau de gâchage.

L'eau absorbée par les granulats n'est pas disponible pour l'hydratation et la fluidité du béton.

L'eau absorbée par les gravillons peut être néfaste pour la résistance au gel.

La corrélation entre le taux d'humidité des granulats ,spécialement du sable.

**Tableau. 03 : Classification des granulats en fonction de leur masse volumique**

Granulats	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Nature des granulats	Utilisation
Granulats courants	2650 – 2800	Dépôts fluviaux, granulats concassés	Béton armé et non armé, produits en ciment
Granulats lourds	≥ 3000	Barytine, minerai de fer, hématite, granulats en acier	Béton de protection contre les radiations
Granulats légers	≤ 2000	Argile, schiste ou verre expansé, pierre ponce	Béton léger, béton isolant, béton de pente
Granulats durs	≥ 2500	Quartz, corindon, carbure de Silicium	Revêtements durs, béton résistant à l'abrasion

## **Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS**

### **I. 5. 2. 2. Résistance à la fragmentation des gravillons (Los Angeles) :**

Elle est déterminée par le coefficient Los-Angeles. Le principe de cet essai est la détermination du coefficient dit " Los-Angeles " pour évaluer la résistance à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques.

Il consiste à faire tourner les granulats dans un tambour fermé contenant des boulets métalliques. Le coefficient LA représente la proportion d'éléments fins produits au cours de l'essai. Plus le coefficient, est faible plus la résistance des gravillons, est élevée.

A l'aide d'un autre coefficient on peut également évaluer la résistance d'un granulat à la fragmentation, c'est le coefficient de fragmentation dynamique.

Il est déterminé à partir d'un essai qui consiste à mesurer la quantité d'éléments fins inférieurs à 1.6 mm produits en soumettant le matériau aux chocs d'une masse normalisée. La formule qui sert à calculer le coefficient de fragmentation dynamique est la même que celle du coefficient Los-Angeles.

### **I. 5. 2. 3. Résistance à l'usure des gravillons (Micro-Deval) :**

Elle est déterminée par l'essai Micro-Deval en présence d'eau ou à sec. Cet essai consiste à reproduire dans un cylindre en rotation des phénomènes d'usure par frottement.

Cette résistance est caractérisée par le coefficient Micro-Deval qui représente la proportion d'éléments fins produits pendant l'essai (éléments inférieurs à 1.6mm). Plus le coefficient MD est faible, plus la résistance à l'usure des gravillons, est élevée.

On peut aussi exploiter un autre coefficient pour évaluer la résistance à l'usure des gravillons et aussi des cailloux, c'est le coefficient Deval " D ", il est déterminée à partir d'un essai Deval qui a pour objet de définir la résistance à l'usure des gravillons et des cailloux par frottement mutuel dans un cylindre à sec ou en présence d'eau.

Il est donné par la formule suivante :

$$\text{MDE}=500-m/5$$

Où m : la masse des éléments fins inférieurs à 1.6 mm produits lors de l'essai.

### **I. 5. 2. 4. Résistance au polissage des gravillons :**

Cette résistance est évaluée à partir d'un coefficient de polissage accéléré des gravillons, ce dernier se calcule à partir d'un essai qui fournit une mesure relative caractérisant l'aptitude des gravillons à se polir. Plus le coefficient de polissage accéléré est élevé, plus la résistance au polissage est importante.

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 5. 2. 5. Résistance des gravillons au gel-dégel :

Lorsque le béton doit résister au gel, il convient de s'assurer de la résistance au gel-dégel des gravillons.

Un gravillon ayant une absorption d'eau  $< 1\%$  et/ou un  $LA < 25$  sera considéré comme non gélif (sans essais complémentaires nécessaires).

Certains granulats peuvent avoir un coefficient d'absorption d'eau  $> 2\%$  et offrir une résistance au gel - dégel adéquate.

L'essai de gélivité des granulats consiste à faire subir des cycles de gel-dégel aux granulats saturés en eau et de mesurer la perte de masse en fin d'essai.

## I. 5. 3. Caractéristiques chimiques :

### I. 5. 3. 1. Les chlorures :

La teneur en ions chlorures solubles dans l'eau doit être connue afin de faire le bilan en chlorure du béton.

La quantité de chlorures contenue dans le béton doit être maîtrisée afin de limiter les risques de corrosion des armatures. Certains chlorures sont de surcroît accélérateurs de prise et de durcissement du béton. Ils se retrouvent essentiellement dans les granulats marins mal lavés.

### I. 5. 3. 2. Soufre et sulfates solubles :

Les teneurs en soufre total et en sulfates sont des caractéristiques qui régionalement sont indispensables pour évaluer l'impact d'une source de granulat dans la durabilité des bétons vis-à-vis d'éventuelles réactions géologiques secondaires.

A noter que dans le cas des granulats recyclés, la méthode d'essais est modifiée pour ne recueillir que les sulfates solubles dans l'eau. En effet, les sulfates liés présents dans la fraction mortier en seraient libérés par l'attaque acide de la méthode d'essais granulat naturel avec comme conséquence une valeur largement surévaluée de la teneur en sulfates actifs.

La présence de sulfures de fer (pyrite, marcassite, ...) est une information à prendre en compte dans le cas de béton dont l'aspect esthétique est une caractéristique importante (risque de taches de rouille).



# **Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS**

## **I. 5. 4. Propreté (coefficient d'absorption) :**

Une propreté insuffisante des granulats est préjudiciable à la qualité du béton. Il en résulte, par exemple, une altération de la prise et du durcissement ainsi qu'une diminution de la résistance au gel.

Raison pour laquelle beaucoup de granulats doivent être lavés, afin d'être exempts de matières organiques, dangereuses pour l'hydratation des ciments, et de particules argileuses, dont la nocivité sera appréciée par des essais tels que équivalent de sable et bleu de méthylène.

## **I. 6. Granulats pour bétons :**

### **I. 6. 1. Les rôles Granulats pour bétons :**

Les granulats pour bétons –norme de définition XPP18-540 –sont des grains minéraux classés en fillers, sablons, sables, gravillons, graves ou ballasts, suivant leurs dimensions comprises entre 0 et 125mm. Selon un concept traditionnel, les granulats constituent le squelette du béton. Les granulats, qui sont généralement moins déformables que la matrice de ciment, s'opposent à la propagation des microfissures provoquées dans la pâte par le retrait. Ils améliorent ainsi la résistance de la matrice. La nature des liaisons qui se manifestent à l'interface granulat/pâte de ciment, conditionne les résistances mécaniques du béton. Le choix d'un granulat est donc un facteur important de la composition du béton, qui doit toujours être étudiée en fonction des performances attendues, spécialement sur le plan de la durabilité.

### **I. 6. 2. l'adéquation granulats/béton :**

Les granulats présentent des caractéristiques très différentes selon leur origine. Ces caractéristiques influant sur celles du béton, il importe de bien les connaître et de veiller au respect des spécifications prévues par la réglementation. On peut présenter sous forme de tableau l'influence que peuvent avoir sur le béton un certain nombre de caractéristiques géométriques et physiques des granulats.

## Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

**Tableau. 04 : Influence des caractéristiques du granulat sur les performances des bétons**

Caractère du granulat	Influence sur les bétons
Nature minéralogique	La plupart des granulats conviennent pour le béton. Influence défavorable des argiles, des calcaires marneux (gonflement et altération à terme).
Présence de matières organiques	Influence défavorable sur la prise et le durcissement, chute de résistances.
Teneur élevée en sulfates, sulfures, chlorures	Réaction avec le ciment, fissuration, corrosion des armatures.
Propreté des granulats	Critère important. Les impuretés perturbent l'hydratation du ciment et entraînent des défauts d'adhérence granulats/pâte.
Forme des grains, angularité	Généralement peu importante : certains sables concassés peuvent parfois être défavorables à la mise en œuvre du béton et à sa compacité finale.
Granularité	Importante pour la bonne composition du béton.

### **I. 6. 3. Granulat pour Intérêt des granulats dans le béton :**

- Intérêt économique : Diminution de la quantité de liant (ciment et addition)
- Intérêt technique : Limitent les variations dimensionnelles dans le béton (les granulats sont plus rigide que la pâte de ciment)

# Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

## I. 7. Granulats pour routiers :

Les granulats routiers sont des matériaux qui entrent dans la composition des bétons et enrobés bitumineux des chaussées routières et des ballasts de voie ferrée, provenant soit des matériaux naturels comme les alluvions ou les formations résiduelles, soit du concassage des roches massives (roches éruptives, métamorphiques ou sédimentaires).

Ils ont en commun d'être définis non par une teneur en eau, comme les minerais métalliques, mais par des propriétés essentiellement physiques, mécaniques et chimiques: granularité, forme, état de surface, propreté, altérabilité, résistances mécaniques, affinité pour les liants, etc..! La qualité des granulats est directement conditionnée par la nature pétrographique (composition minéralogique et texture) de la roche et le mode d'élaboration du granulats.

Ce sont des pondéreux et leur valeur pour l'usager est directement fonction des coûts de transport.

On admet que le coût d'un parcours de 30 km est équivalent au prix des matériaux départ carrière.

Les granulats routiers proviennent en majeure partie du concassage des roches basaltiques, des calcaires et des grès et de l'extraction des sables et des graveleux latéritiques.

Les installations de production de granulats concassés varient en fonction de la nature de la roche exploitée et du débouché commercial des granulats produits qui couvre une large gamme: 0/3, 3/8, 8/16 , 16/25 , 25/40 et les tout-venants de concassages 0/25, 0/40, 0/60.

## I. 8. La production des granulats :

La production des granulats nécessite deux principaux types d'opérations l'extraction et le traitement.

- L'extraction s'effectue dans des carrières qui utilisent des techniques différentes selon qu'il s'agit de roches massives ou de granulats alluvionnaires meubles, soit à sec, soit en milieu hydraulique.
- Le traitement est réalisé dans des installations de traitement généralement situées sur le site de la carrière.

Parfois les installations peuvent se situer à un endroit différent du site d'extraction. Dans tous les cas, on retrouve

les cinq mêmes principales étapes de production :

- décapage des niveaux non exploitables,
- extraction des matériaux,

## Chapitre I : GENERALITES SUR LES GRANULATS

- transfert sur les lieux de traitement,
- traitement des granulats pour obtenir les produits finis,
- remise en état du site exploité.

### I. 9. Norme Française :

**Tableau. 05 : Définition des essais géotechniques et leur norme**

Norme	Essais	Buts
NF P 18-554 Déc. 90	Masses Volumiques	La présente norme a pour objet de définir les modes opératoires pour la mesure des masses volumiques, de la porosité, du coefficient d'absorption et de la teneur en eau d'un échantillon de gravillons ou de cailloux définis par la norme P 18-101
NF P 18-572 Déc. 90	Micro Deval	La présente norme a pour objet de définir les modes opératoires pour la mesure de la résistance à l'usure d'un échantillon de granulats.
NF P 18-573 Déc. 90	Los Angeles	La présente norme a pour objet de définir les modes opératoires pour la mesure de la résistance à la fragmentation par chocs des éléments d'un échantillon de granulats.
NF P 18-561 Sep. 90	coefficient d'aplatissement	La présente norme a pour objet de définir le mode opératoire pour la détermination du coefficient d'aplatissement d'un échantillon de granulats dont les dimensions sont comprises entre 4 et 50 mm.
NF P 18-591 Sep. 90	coefficient d'absorption	La présente norme a pour objet de définir le mode opératoire pour la détermination de la propreté superficielle des granulats supérieurs à 2 mm.

### I. 10. Conclusion :

Généralement les granulats sont des matériaux inertes-naturels ou artificiels-qui sont solidarisés par le ciment. Ils constituent le squelette granulaire du béton et doit comporter le moins de vides possibles.

Les granulats sont une importante source de matière première indispensable pour le développement industriel et économiques et des infrastructures.

Dans ce chapitre nous avons présenté des notions générales sur les granulats en terme caractéristique, norme et essais

# **Chapitre II :**

# **CADRE GENERALE**

# **DE L'ETUDE**

**1. CADRE GEOGRAPHIQUE**

**2. GEOLOGIQUE REGIONALE**

**3. CADRE GEOLOGIQUE LOCALE**

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

### II.1. Cadre géographique :

#### II. 1. 1. Situation géographique d'Ouargla :

La région d'Ouargla, par sa position géographique centrale et de sa proximité aux bassins pétroliers et gaziers, s'installe progressivement comme le centre administratif, technique et industriel du territoire saharien (Fig. 01).

La Wilaya de Ouargla est située au Sud-Est du pays dans le bas Sahara dans les limites de latitude  $28^{\circ}45'$  et  $33^{\circ}55'$  et de longitude  $3^{\circ}$  et  $9^{\circ}35'$  couvrant un territoire de **163 230 Km<sup>2</sup>**. Elle est limitée par la Wilaya d'El Oued au Nord, la Wilaya d'Illizi au Sud, les Wilaya de Djelfa Biskra et Ghardaïa au Nord – Ouest et Ouest la Wilaya de Tamanrasset au Sud – Ouest et par la Tunisie à l'Est.

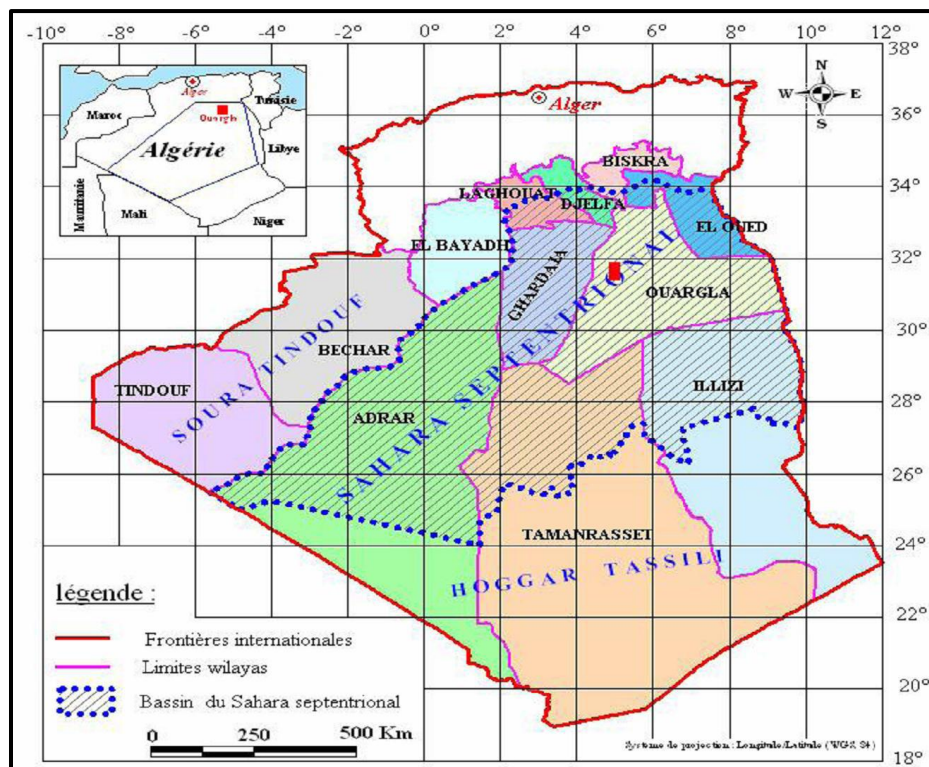


Fig. 01 : Carte de situation géographique

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

### II. 1. 2. Situation géographique de région d'étude :

La ville de Ouargla se situe dans une dépression (cuvette), elle inclut les agglomérations de Ouargla, HASSI EL HEDJAR , HAUD EL HAMRA ( fig. 02)

Le site objet de la présente étude s'étend sur une superficie de 120 Ha, HASSI EL HEDJAR (fig. 08) est situé à environ 75 Km au sud-ouest de la ville de Ouargla et 200 km de El Meniaa.

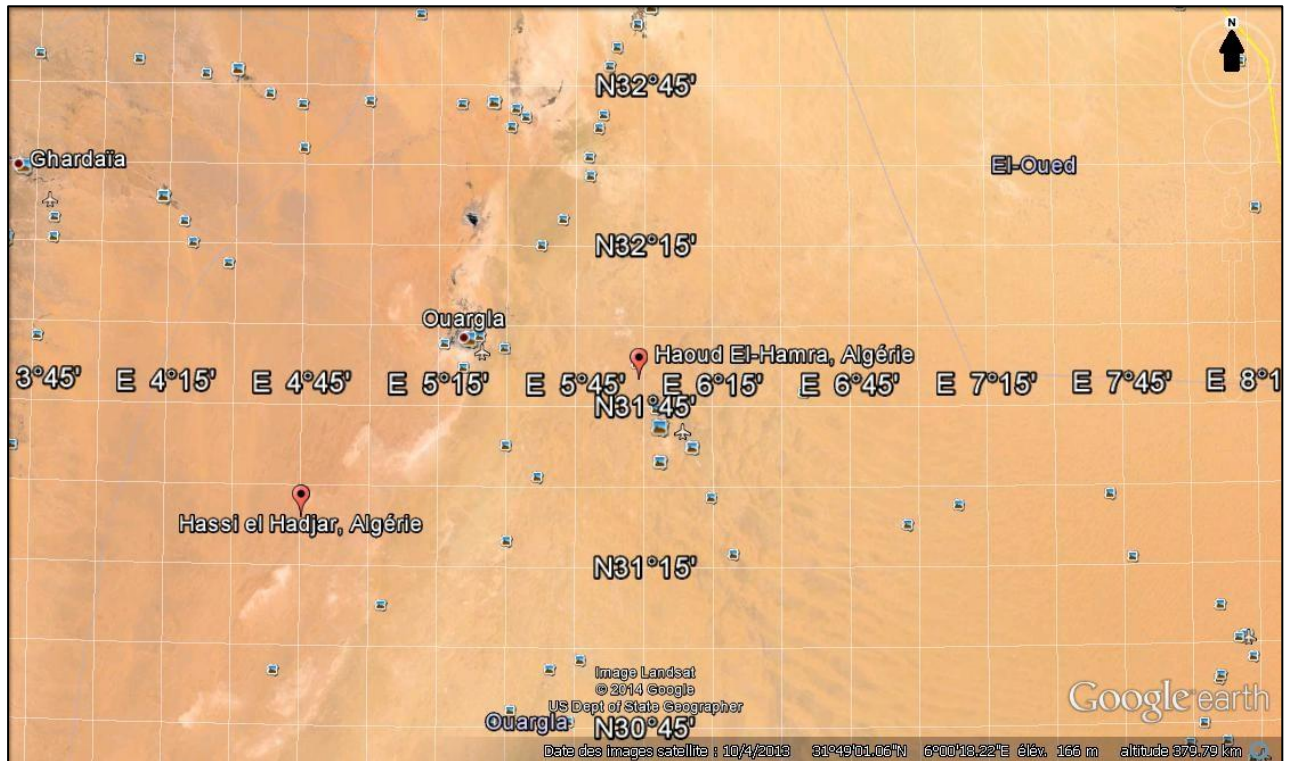


Fig. 02 : La situation géographique de la zone d'étude

L'accès à ce terrain se fait à travers plusieurs pistes, du flanc gauche de la RN 51 qui relie Ouargla a EL GOLEA (Fig. 08).

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

### **II. 2. Géologique régionale :**

#### **II. 2. 1. Introduction :**

La géologie du bassin de Sahara septentrional a été étudiée en se référant aux anciens travaux géologiques, réalisés par de nombreux géologues chercheurs tels que : J.FABER(1976) et G.BUSSON (1970) qui ont réalisé la carte géologique de Sahara Algérien au 1/2.000. 000.

Ces travaux sur le bassin de Sahara septentrional ont montré qu'il s'agit des terrains sédimentaires affleurent en surface qui offrent une source d'inspiration et un axe d'observations et de réflexions où de nombreuses questions demeurent non résolues et vagues et qui suscitent par la suite un intérêt scientifique et économique.

De nombreux ouvrages ont été alors consacrés à cette région. Les écrits de Jean Fabre(1976) sur cette région décrivent ses aspects géologiques nombreux.

La géologie est une partie très importante dans toute étude de valorisation des ressources en agrégats. Ainsi, la lithologie, la tectonique et la structure géologique jouent un rôle primordial sur la qualité des roches. Donc la connaissance de géologie est primordiale.

La géologie est une partie très importante dans toute étude de valorisation des ressources en agrégats. Ainsi, la lithologie, la tectonique et la structure géologique jouent un rôle primordial sur la qualité des roches. Donc la connaissance de géologie est primordiale.

#### **II.2. 2. Géologie du bas Sahara :**

La région d'étude fait partie de bassin du Sahara oriental (Fig. 03), elle appartient à la plateforme saharienne dont elle ne constitue qu'un sous bassin intra-cratonique, sa bordure Nord s'allonge progressivement vers la flexure sud atlasique saharienne où l'existence d'un fossé très subsidient au Mésozoïque donnera naissance à la chaîne péri-cratonique de l'Atlas saharien.



## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

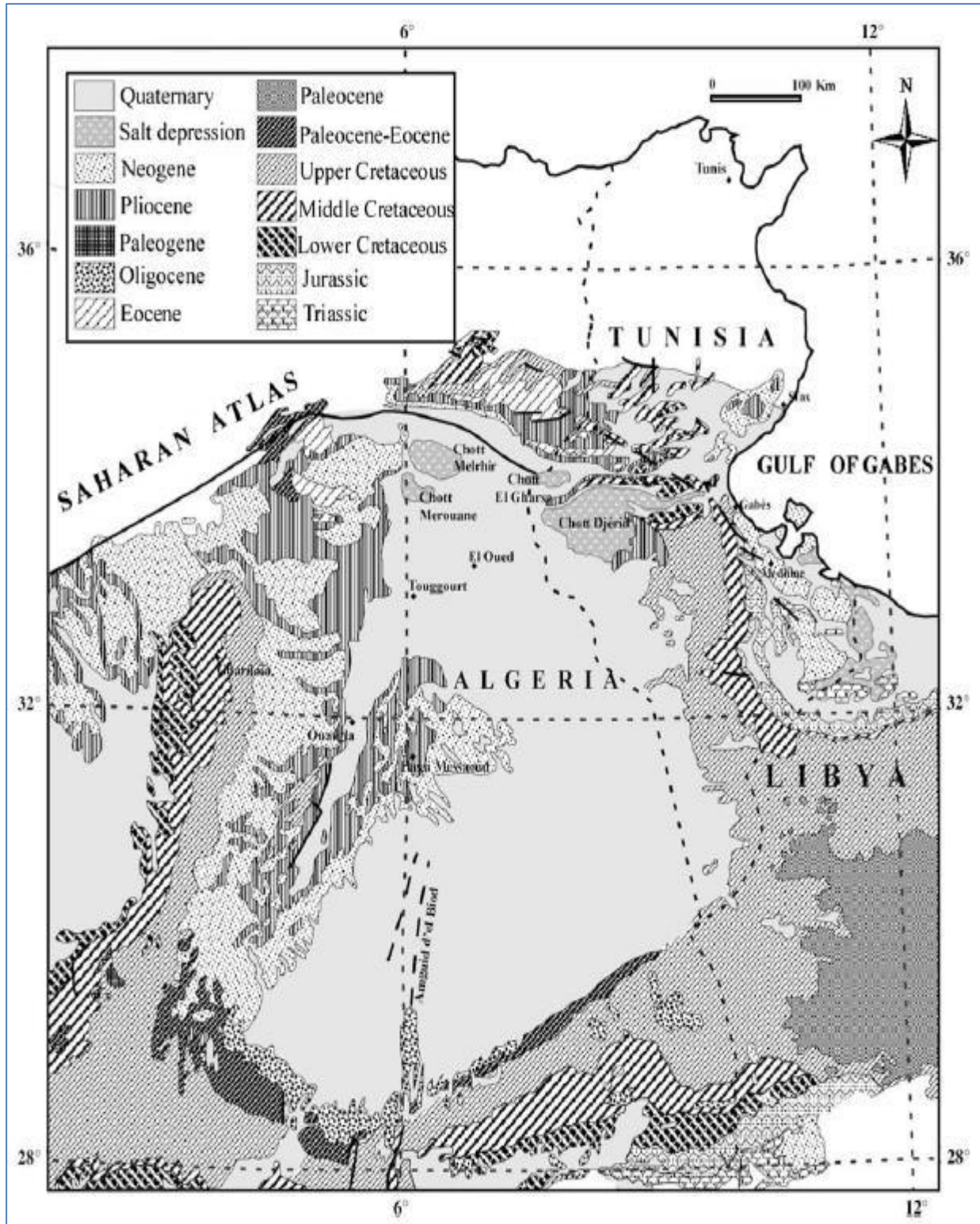


Fig. 03: Carte géologique du Bas-Sahara (d'après Nesson, 1975)

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

### **II.2. 2. 1. Stratigraphie :**

D'après Cornet (1964), Bel et Cuche (1970) et les travaux de l'Ecole des Mines de Paris en (1975) : La carte géologique de la région ne fait apparaître qu'une couverture tabulaire de terrains secondaires, tertiaires, et de dépôts détritiques quaternaires.

La litho stratigraphie est plus ou moins complète, elle n'est connue que grâce aux forages profonds d'exploration pétrolière ou hydraulique . Les formations qui se représentent dans la du Sahara septentrionale sont (Fig. 04):

#### **II. 2. 2. 1. 1. Le Paléozoïque :**

##### **II. 2. 2. 1. 1. 1. Le Cambrien :**

Les dépôts cambriens reposent sur le socle cristallin et sont représentés par des grès et des quartzites à passées conglomératiques. L'origine de ces ensembles est azoïque grés-conglomératique. Ce sont continentales (fluviatele).

##### **II. 2. 2. 1. 1. 2. L'Ordovicien :**

L'Ordovicien dans la région de Sahara septentrional est comme celle dans le sud tunisien, les premiers sédiments de l'ordovicien sont datés du Trémadoc, ils sont des grés bien classés, dits « grés isométriques d'El Gassi ». Les sondages pétroliers ont traversé, sous le grand Erg orientale, un ordovicien « moyen » argileux ou argilo-gréseux. Ce sont les formations de Hassi Touareg. Celui-ci comporte un membre argileux médian (Azal), riche en fossiles (graptolites, brachiopodes, lamellibranches, trilobites), encadré de deux membres gréseux, les grés de Ouargla à la base, et ceux de l'Oued Saret au-dessus. Les superpositions des autres séries gréseux tel que grés d'El Hamra grés El Atchan contiennent de mince intercalations argileuses. Elles ont livré des graptolites de l'Arenig inférieur. Épaisseur de cette série et de 300 à 400m.

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

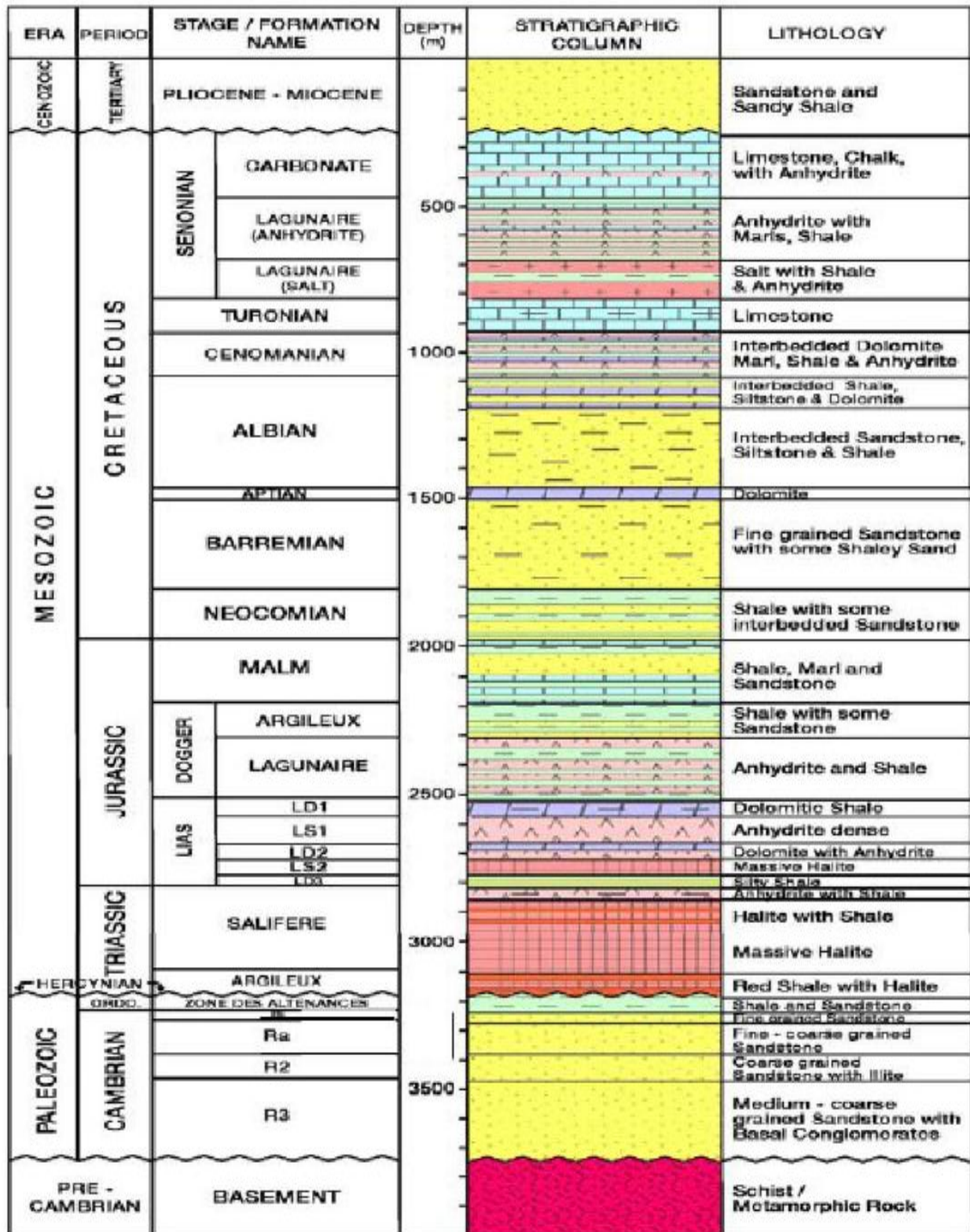


Fig. 04: Colonne stratigraphique typique du Sahara septentrional (Sonatrach Division Forage, 2004)

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

### **II. 2. 2. 1. 1. 3. Le Silurien :**

Le silurien est caractérisé par une sédimentation terrigène fine, argileuse en milieu marin. Il est formé des argiles noires et siltites à graptolite, des argiles à passées gréseuses et rares bancs carbonatés sont bien développées au Sahara septentrional d'environ 600m d'épaisseur. Des nombreux sondages pétroliers les ont rencontrées sous une couverture de terrains méso-cénozoïques. Les fossiles caractérisant de silurien du Sahara septentrional sont des orthocères, quelques petits trilobites (Phacops), des lamellibranches (Cardiola) qui caractérise du silurien, des débris de poissons cuirassés et des graptolites.

### **II. 2. 2. 1. 1. 4. Le Dévonien :**

Le Dévonien du Sahara oriental apparaissait autrefois comme un mégacycle sédimentaire bien caractérisé. Le passage du silurien au Dévonien se fait au sein d'une sédimentation argileuse continue. Plus tard, reprise de sédimentation sableuse fine (formation des grès de Zeilmet) à laquelle succède une sédimentation argileuse parfois interrompue par des dépôts calcaires

### **II. 2. 2. 1. 1. 5. Permo-Carbonifère :**

Le Carbonifère correspond au cycle sédimentaire paléozoïque final. On peut l'observer dans les domaines occidentaux et orientaux, séparés par le môle d'Amguid-El Biod-Messaoud d'où les dépôts sont absents. Les faciès varient, de marin profond jusqu'à continental. De même, les épaisseurs varient de 900m à l'est pour atteindre 2800m à l'ouest.

### **II. 2. 2. 1. 2. Le Secondaire :**

#### **II. 2. 2. 1. 2. 1. L'Albien :**

A la base de l'albien, les grès fins rouges avec des intercalations argileuses, Suivi des couches d'une épaisseur de 50 à 60 m. La partie inférieure est entièrement continentale alors que la partie supérieure comprend des argiles, des marnes, des anhydrites, des calcaires et des dolomies. Au sommet, l'Albien, avec une puissance de 400 m, et qui renferme principalement des grès rouges avec des intercalations argileuses L'ensemble a une épaisseur de l'ordre de 500 m. On y trouve peu de fossiles : des débris de bois, des mollusques.

#### **II. 2. 2. 1. 2. 2. Le Vraconien :**

Le Vraconien est représenté par des dépôts de 70 m à 100 m de calcaire dans le nord du grand erg oriental. Il est représenté par des dolomies microcristallines et de calcaires dolomitiques à intercalation d'argiles pélitiques et de marnes dolomitiques de couleur brune ou rouge. Ce Vraconien carbonaté n'est qu'un terme de passage entre l'Albien gréseux

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

(sommets du Continental Intercalaire), et le Cénomaniens argilo-carbonaté (base de Complexe Terminal).

### **II. 2. 2. 1. 2. 3. Le Cénomaniens :**

Busson et Cornée (1991) remarquent que du gypse, de l'anhydrite et des argiles de Cénomaniens se déposent dans le Sahara juste avant la transgression marine cénomaniens. L'argile verte de Cénomaniens est riche en bancs de gypse (évacuorites) et son épaisseur semble varier d'environ 100 à 200m d'épaisseur, La faciès caractéristiques ce sont des argiles et gypse de faciès laguno-marine qui marquent le début de la grande transgression néo-crétacée après la phase d'émersion du « Continental intercalaire ». Ces dépôts, parfaitement imperméables, constituent le « toit » de la nappe aquifère en charge contenue dans les grès sous-jacents. L'épaisseur est de 300 à 500 m.

Au cénomaniens supérieur, la mer s'avance sur une péninsule en parle de la transgression Cénomaniens. A cet âge en remarque des faciès de calcaire à ammonites.

### **II. 2. 2. 1. 2. 4. Le Turonien :**

Le Turonien du Sahara septentrional est constitué des calcaires crayeux en gros bancs à silex, ces formations affleurant sont formés par les plateaux, les cuestas de Tademaït, du Tinrhert et du Dahar. Ils sont d'épaisseur de 120 m environ.

### **II. 2. 2. 1. 2. 5. Le Sénonien :**

Le Sénonien est constitué de deux formations lithologiques superposées :

- **Le sénonien inférieur (lagunaire)**
- **le Sénonien supérieur carbonaté**

#### **➤ Le Sénonien lagunaire :**

Le sénonien lagunaire est marqué par des formations argileuses et salifères à anhydrite et de sel gemme. Quelques lits de lignite mais aussi de marnes dolomitiques, de dolomies ou de calcaire oolitique y sont inter stratifiés. Ces derniers ont livré des poissons, des ostracodes, des foraminifères, des algues calcaires et des polypiers. Ces faciès indiquent tantôt un golfe à demi fermé et des lagunes où se déposent des évacuorites, tantôt un milieu continental de lacs d'eau douce ou de marais à lignites. Le Sénonien lagunaire a une épaisseur qui varie de 0 à 500 mètres

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

### **➤ Le Sénonien carbonaté (Maestrichtien) :**

Le Sénonien carbonaté est essentiellement constitué de calcaire crayeux fossilifère et argileux, dolomies beiges vacuolaires, dolomies calcaires à débris, marnes dolomitiques et marnes grises. L'épaisseur du Sénonien carbonaté dans la région de Ouargla est de 90 mètres environ. La transition Sénonien lagunaire-Sénonien carbonaté est floue. On peut prendre comme limite supérieure du Sénonien lagunaire : soit le toit du dernier banc d'anhydrite lorsque le changement est franc, soit le niveau où le pourcentage des carbonates devient supérieure à celui des évaporites, lorsque le changement de faciès est progressif.

### **II. 2. 2. 1. 3. Le Tertiaire :**

#### **II. 2. 2. 1. 3. 1. L'Eocène :**

Dans l'Eocène, on distingue deux formations lithologiques, comme dans le Sénonien :

- l'Eocène inférieure carbonaté à la base
- l'Eocène moyen évaporitique au sommet

#### **II. 2. 2. 1. 3. 2. L'Eocène carbonaté (Yprésien) :**

En Bordure du Grand Erg Oriental, l'Eocène est représenté dans la majeure partie du Bas-Sahara et jusque sur la bordure Sahara septentrionale par des calcaires, des dolomies et des marno-calcaires à Nummulites et Operculines. Ces formations sont surmontés par des grès, marnes et calcaire à Globorotalia (Busson, 1964). Dans la région des Ziban ce sont ces calcaires qui, associés aux calcaires massifs du Sénonien terminal de la bordure atlasique, renferment la nappe aquifère alimentant les oasis du groupe de Tolga. Son épaisseur est de 140 mètres environ.

#### **II. 2. 2. 1. 3. 3. L'Eocène moyen évaporitique (Lutétien) :**

Les formations de L'Eocène moyen sont des séries lagunaires, à anhydrite, argiles et rares calcaires. A cette formation est associée une microfaune, d'âge éocène (moyen), constituée de nummulites, de milioles et de globigérines. A l'Eocène moyen annonçant l'émersion définitive de tout le Sahara septentrional algérien. Généralement, l'épaisseur de ces formations est faible

#### **II. 2. 2. 1. 3. 4. Le Mio-Pliocène :**

Les formations de Mio-Pliocène sont continentales de remblaiement constituées par une alternance d'argiles, d'argiles sableuses et de sables plus ou moins consolidés en grès dont la puissance est de l'ordre de 150 à 200 m. Des calcaires sont présents à la base dans la région de El Hadjira. Le Mio-Pliocène est donc caractérisé par une forte hétérogénéité, aussi bien

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

dans la direction verticale que dans les directions horizontales. Bel et Dermagne (1966) ont tenté de différencier à l'échelle du bassin oriental du Sahara Algérien,

### II .2. 2. 1. 4. Le Quaternaire :

La série tertiaire se termine par des formations argilo-sableuses rouges, avec dépôts évaporitiques, puis par quelques bancs calcaires assez épais. Une croûte de grès conglomératiques à ciment siliceux en forme la surface. Cette période, d'abord nettement sub-aride atténuée, correspond vraisemblablement au Plio-Villafranchien (Aumassip. 2001).

Mais ces dernières formations n'apparaissent pas dans la vallée. Que ce soit par érosion fluviale (la subsidence récente des chotts Melghir et Merouane provoquant l'encaissement progressif de l'Oued Mya dans le plateau des Gantra), ou par déflation éolienne, les couches supérieures de la série tertiaire ont disparu du fossé et le remblaiement quaternaire, constitué de sables alluviaux ou éoliens, fins à moyen, et sables gypseux et parfois argileux ou carbonaté, vient reposer en discordance et irrégulièrement dans la vallée sur les séries moyennes du Continental Terminal. Les épaisseurs de ce dépôt détritique augmentent considérablement du Sud au Nord du bassin de 10 mètres environ. (Voir Fig. 05).

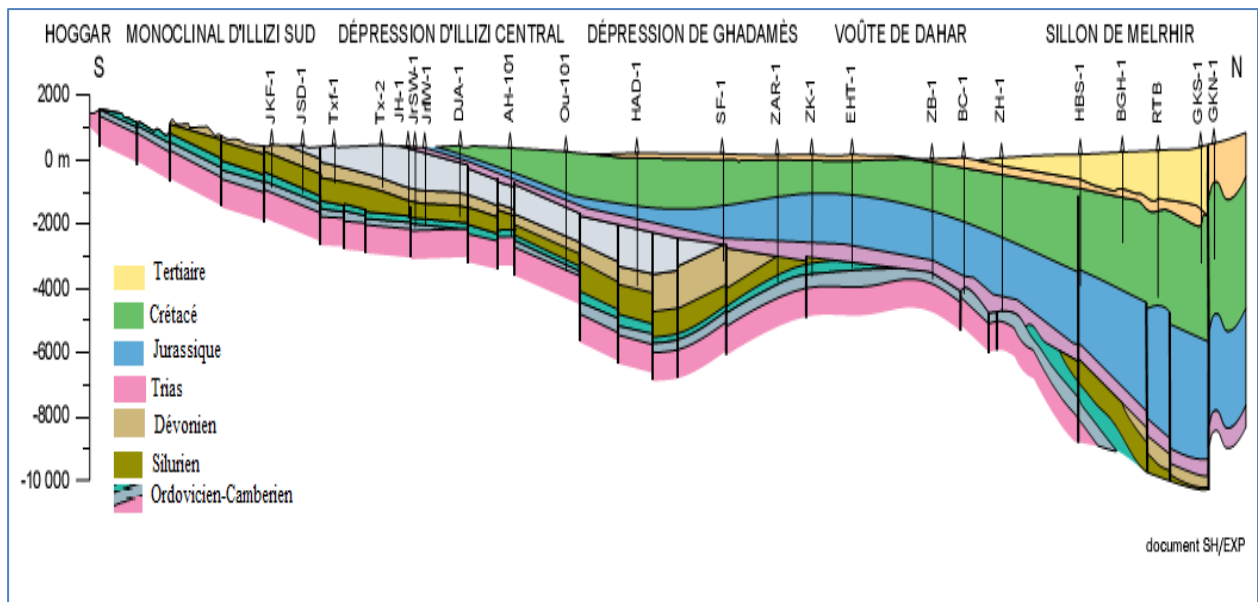


Fig. 05 : Coupe géologique du Sahara (Sonatrach, 1972).

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

### II. 2. 2. Evolution tectonique :

L'évolution tectonique de la région d'étude depuis le Cambrien comporte deux étapes majeures:

- 1- La sédimentation du Paléozoïque, pratiquement restreinte au Paléozoïque inférieur et sa structuration pré-hercynienne,
- 2- La création d'un bassin au Trias et son évolution au cours du Mésozoïque et du Tertiaire.

Ces deux étapes principales de l'histoire régionale conduisent à considérer deux mégacycles sédimentaires, paléozoïque et mésozoïque, classiquement séparés par la discordance hercynienne, avec la pérennité pendant tout le Paléozoïque des zones hautes structurant la région.

Le bassin oriental se présente également comme un vaste synclinal. Cette structure est orientée est-ouest ; elle sépare la fosse des chotts, au nord, du reste du bassin.

Les bassins du Sahara septentrional est relativement stable. La plate-forme saharienne était le siège des mouvements épi-orogéniques au cours du Secondaire et du Tertiaire, parfois émergée, sur laquelle se déposaient un matériel continental, et d'autres fois immergée favorisant le dépôt de plate-forme néritique. Cependant, des mouvements orogéniques affectaient les sillons atlasiques et telliens formant de véritables chaînes de montagnes.

Un effondrement de la partie centrale du bassin suivant un axe N-S ou NE-SW qui longe sensiblement les vallées de l'Oued Mya et de l'Oued Righ a marqué le Cénomanién, et des phases orogéniques alpines d'âge Eocène moyen et supérieur responsables de la fermeture du sillon atlasique, ont donné naissance à la chaîne intra-cratonique de l'Atlas saharien. Les répercussions de ces mouvements est marquées par un exhaussement général permettent d'expliquer l'absence de l'Oligocène dans tout le Sahara, ceci est suivi par un mouvement de descente dès le Miocène et dure encore actuellement.

Des ondulations subméridiennes à grandes amplitudes de 50 à 100 m de large (la dorsale du M'zab), dont le prolongement des grandes failles méridiennes du Hoggar et leur rejet seront responsables (Fabre, 1976).

La tectonique actuelle, bien que perceptible ne joue qu'un rôle mineur dans la nature des dépôts contrairement à ce que l'on observe dans des régions atlasiques et en particulier sur les rives de la Méditerranée. Par contre elle parait responsable de la création de certaines dépressions, lacs et leur mode d'alimentation. La surrection du massif central saharien au



## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

Plio-Quaternaire serait d'environ 500 m pour 5Ma et 4 m seulement depuis l'arrivée des atériens au pléistocène supérieur.

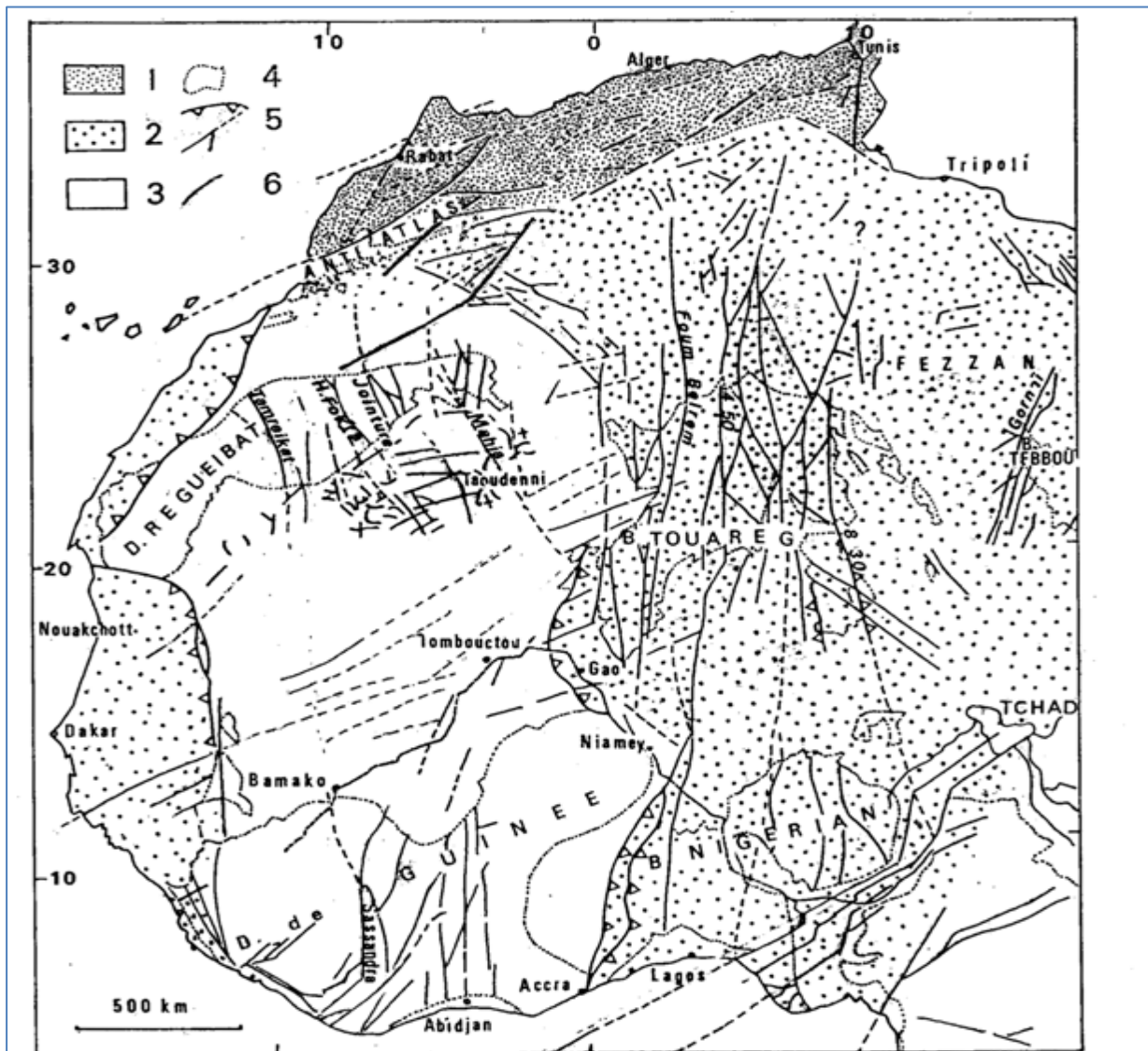


Fig. 0.2. - Les grandes provinces et les grandes fractures au Sahara central et occidental.  
 1: Domaine alpin: dernières déformations entre le Mésozoïque et l'Actuel.  
 2: Domaine panafricain, repris par des orogènes au Paléozoïque.  
 3: Domaine éburnéen cratonisé au Protérozoïque inférieur.  
 4: Contour des principaux affleurements de Précambrien.  
 5: Failles majeures et grandes zones de chevauchements.  
 6: Quelques grands filons de dolérites jurassiques du Nord de l'Afrique occidentale (on n'a pas pu représenter les champs très importants du Sud-Ouest).

Fig. 06 : Carte tectonique représente Sahara septentrional (J. Fabre ,1976)

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

### **II. 2. 3. Reconstitution paléogéographique :**

Pendant toute la première moitié de l'ère secondaire ; la sédimentation sur la plateforme saharienne a été de type continentale. Du trias à l'albien se sont en effet déposés des argiles et des sables d'origine éolienne ou fluviatile et des évaporites. On note cependant quelques rares intrusions marines en particulier au jurassique et à l'Albien. Ces dépôts constituent le continental intercalaire et contiennent la plus importante ressource aquifère du Sahara.

Au-dessus des grès continentaux Albien, viennent en transgression, les calcaires marins du cénomanien. Ces calcaires alternent avec des argiles et des évaporites. Cette alternance est l'indice d'un régime marin peu profond où les régressions sont responsables du dépôt d'évaporites et d'argiles gypsifères. La transgression Céno-manienne est très vraisemblablement, venue du Nord-Est comme le montre l'épaississement de la série et l'augmentation du pourcentage des carbonates dans cette direction. Au Turonien, le régime marin s'est stabilisé permettant le dépôt d'une barre calcaire homogène atteignant, par endroit plus de 100m d'épaisseur. La transgression marine Turonien est venue comme la précédente, Nord-Est. Du Sud au Nord, le Turonien passe d'un faciès légèrement lagunaire (marnes vertes à anhydrites du Tademaït et Tinhert) à un faciès marin franc. Cette variation de faciès s'accompagne d'un épaississement des sédiments. La stabilisation du régime marin durant le Turonien n'est que passagère. En effet, dès le début du Sénonien, dans tout le Sahara oriental, se dépose en alternance, de l'Anhydrite, des sels, des argiles, des dolomies et aussi quelques bancs calcaires.

En particulier, le dépôt en certains points, de plus de cent mètres de sel, témoigne du régime lagunaire qui s'est établi au Sahara oriental durant tout le Sénonien inférieur. Il est important de noter que le sénonien lagunaire n'existe que dans le bassin du Sahara oriental. On ne le connaît pas à l'Ouest de Laghouat.

Le régime marin franc se rétablit, une nouvelle fois au Sénonien supérieur et dépose la deuxième falaise calcaire. Cette transgression Sénonienne semble moins importante que la transgression Turonienne.

En effet ; d'une part, on trouve toujours dans les calcaires Sénoniens des petites intercalations d'évaporites, ce qui n'existe pas au Turonien. D'autre part, il est possible aussi que les dépôts du Sénonien supérieur aient été décapés par l'érosion avant la sédimentation du Mio-Pliocène.

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

Au début du Tertiaire, pendant l'Eocène inférieur, la mer continue à recouvrir le Sahara oriental. Les calcaires à Nummulites semblent toujours concordants sur le Sénonien. Il est d'ailleurs très difficile de les distinguer les uns des autres.

Durant l'Eocène moyen et supérieur, les sédiments marins de l'Eocène inférieur sont peu à peu remplacés par des dépôts lagunaires où alternent les argiles, les évaporites et les calcaires. Ce dernier golf marin du Saharien est très réduit en surface. Il ne recouvre plus que le bas Sahara au Nord de Ouargla.

Ce sont les derniers dépôts de la mer Saharienne dont la disparition définitive se place vers la fin de l'Eocène, le Sahara se présente donc comme une grande plateforme émergée. Pendant tout l'Oligocène, l'érosion va pouvoir agir.

Au Mio-pliocène, après des modifications des structures apportées par les contrecoups de la tectonique Alpine, des sédiments argileux et sableux continentaux se déposent sur l'ensemble du Sahara, à l'exception vraisemblablement du M'Zab, sans doute émergés à cette époque. Les dépôts du Mio-pliocène sont particulièrement épais (2000m) dans la fosse Sud-Atlantique..

### **II. 2. 4. Géomorphologie et unités géomorphologiques:**

La morphologie générale de la zone d'El Hadjira est subdivisée en quatre unités géomorphologiques :

- hamada
- Les glacis
- Les sebkhas
- Les dunes

#### **II. 2. 4. 1. La hamada :**

Mio-Plio-Quaternaire (plateau où affleurent de grandes dalles rocheuses) : C'est une formation continentale détritique qui forme un plateau dont l'altitude moyenne est de 200 m. Ce plateau s'abaisse légèrement où il est très fortement érodé et ne laissant que quelques buttes témoins appelées « goure ».

#### **II. 2. 4. 2. Les glacis :**

Sur les versants, les glacis s'étagent du plus ancien au plus récent, sur quatre niveaux de 200 à 140 m d'altitude. De 180 à 160 m les glacis situés se caractérisent par des

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

affleurements du substrat gréseux du Mio-Pliocène. L'Est de la cuvette est un vaste glacis alluvial à sable grossier situé à 150 m d'altitude.

### **II. 2. 4. 3. Les sebkhas :**

Elles regroupent des marécages salés et les zones d'épandage (zones inondables), le plus souvent asséchés, occupant le fond d'une dépression. Le chott (ou sebkha) constitue le point le plus bas. Il est constitué de sable siliceux et/ou gypseux à croûte gypseuse de surface et de sub surface. Le bas fond se caractérise par une nappe phréatique permanente très peu profonde de 1 à 5 m parfois jaillisse en surface se forme des petites marécages.

### **II. 2. 4. 4. Les dunes :**

Elles s'étendent sur toute la surface de la zone sous forme de voiles sableux ou de petits amas de sables pièges dans de petites touffes de végétation, mais particulièrement dans le secteur nord-ouest aux environs. Les principaux facteurs d'érosion qui ont marqué (et qui marquent encore, même a un degré moindre), l'évolution de la région sont le ruissellement, sous ses deux formes (concentre et diffus) d'une part, et l'action du vent qui prend le relais notamment à l'ère actuelle. Ces deux processus, conjugués, sont responsables de l'ablation, le transport et l'accumulation des matériaux détritiques arraches a la roche mère. Ces deux facteurs d'érosion sont davantage favorises par la nature lithologique du substrat contenant des matériaux éolisables (généralement des grés), le climat (la rareté des précipitations et leur mauvaise répartition), ou encore par l'absence d'une couverture végétale protectrice.

### **II. 2. 5. Conclusion :**

L'étude géologique de la zone d'étude nous a permis de dégager les constatations suivantes :

- La zone de l'étude fait partie de plateforme saharienne et se localise dans la partie orientale du Sahara Algérienne. Elle est constituée de cinq grands ensembles d'affleurement exogène qui sont : les dunes de sable, quaternaire indifférencié, Mio-Pliocène, Plio-Quaternaire et Sénonien et Eocène
- Avec des unités complètes de Mésozoïque et de Cénozoïque (tertiaire et quaternaire) sont endogènes. On ne peut pas déceler qu'à l'aide des forages à objectifs pétrolières ou bien hydriques des lacunes ou cours de paléozoïques sont marqués.
- Les activités tectoniques ont produit des dépressions et des chotts de direction NE-SW.

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

### II. 3. Cadre géologique locale :

#### II. 3. 1. Cadre géologie HASSI EL HEDJAR :

##### II. 3. 1. 1. Stratigraphie :

La structure géologique de la région de HASSI EL HEDJAR est formé par un ensemble de roche d'âge allant du Crétacé au Eocène inférieur au Miopliocène recouverte très souvent par des dunes de sable éolien de bas en haut on a :

- **Crétacé** : essentiellement carbonaté et marneux affleurement (Oued. Mya), et sel anhydrites (forage), d'après Ait Salem H (1990).
- **Eocène inférieur** : à marnes noires a verdâtre d'épaisseurs allant de 50 à 300 m, surmontés par des marno-calcaire à silex d'environ 100 m d'épaisseurs
- **Miopliocène** : les dépôts sont transgressifs sur l'Eocène, Oligocène d'une puissance de 200m (selon le service de l'hydraulique). Ce sont surtout des sables quartzeux, argile jaunes et calcaire lacustres blancs à rognons et amas de silex (dite formation de Hamada).

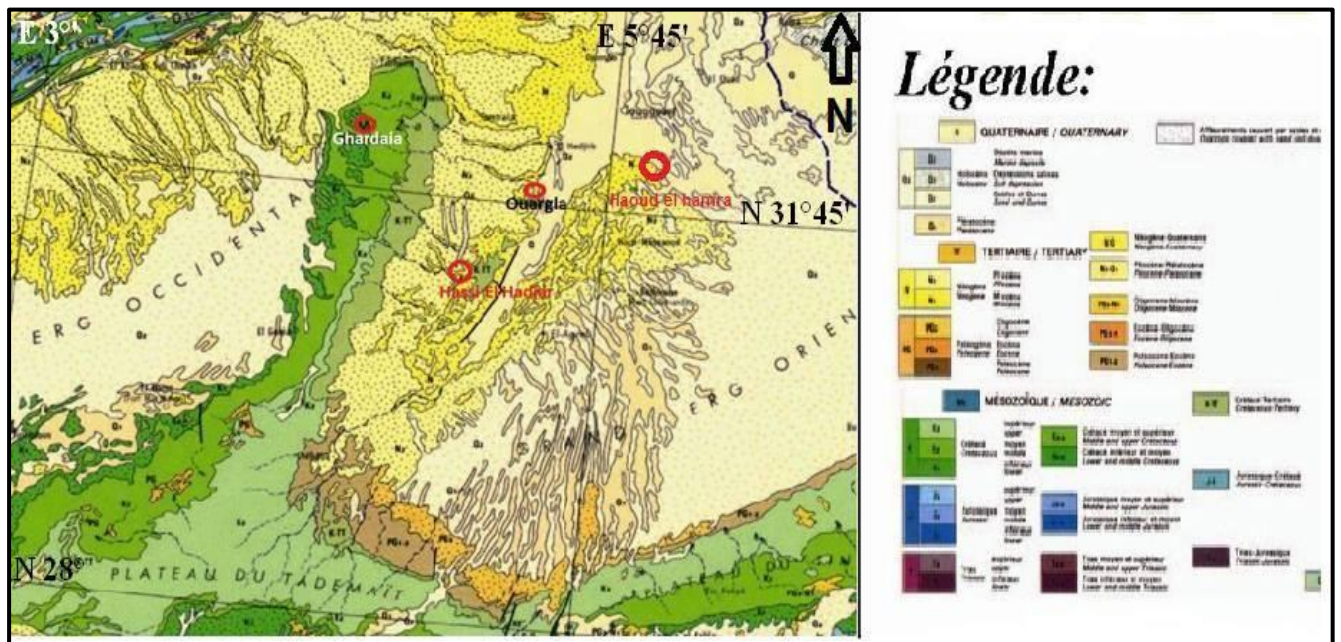


Fig. 07 : Carte géologique représentant région l'étude au 1/5 000 000

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

### II. 3. 1. 2. CADRE GEOLOGIQUE DU SITE :

La minute géologique a été réalisée à l'aide du GPS en suivant les contours de tous les affleurements de la matière à exploité.

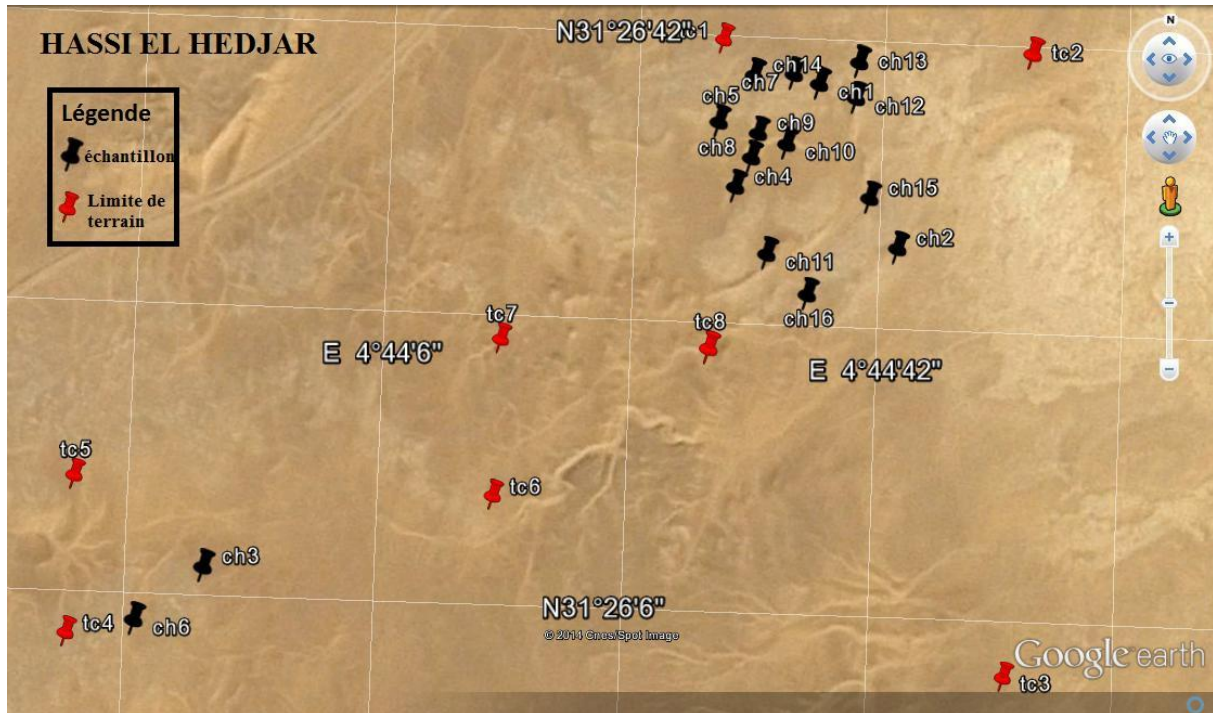
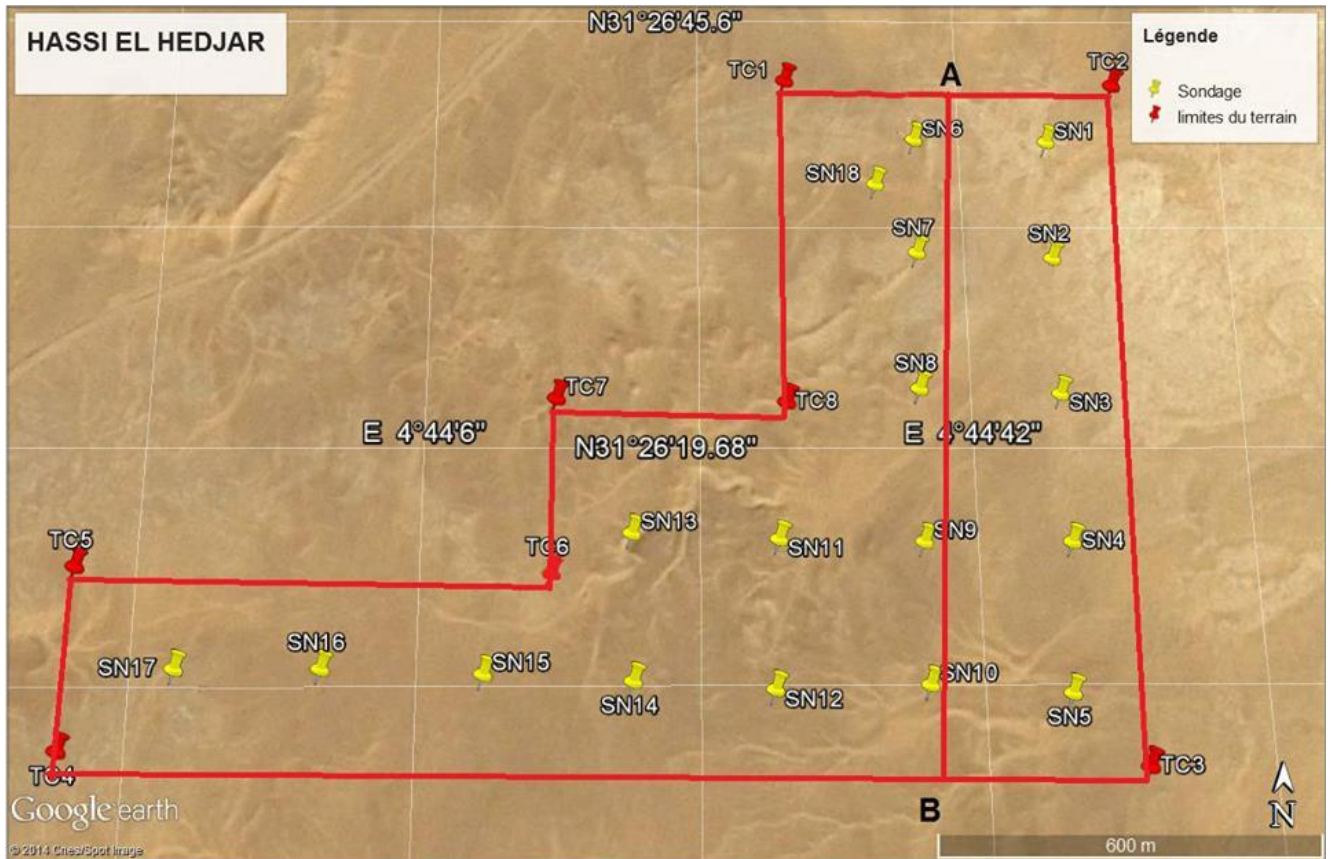
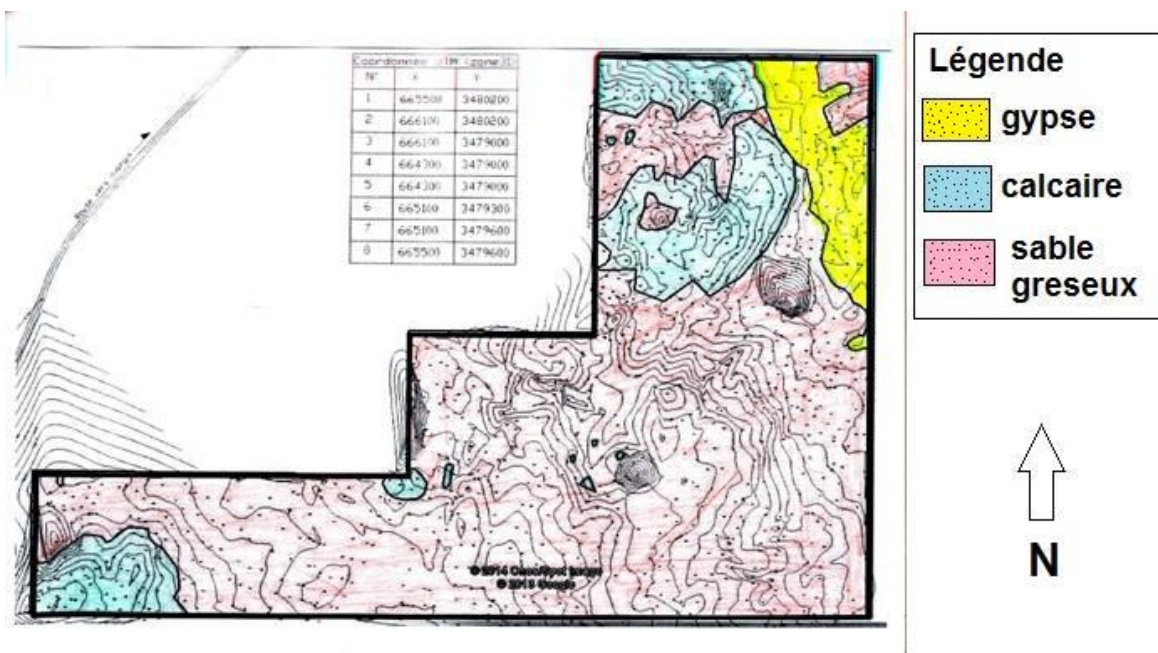


Fig. 08 : Echantillons de roche affleurant en surface

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE



**Fig. 09 :Cartes d'implantation des sondages carottant au niveau de la région HASSI EL HEDJAR.**



**Fig. 10 : Carte géologique détaillée de la région de HASSI LE HEJAR.**

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

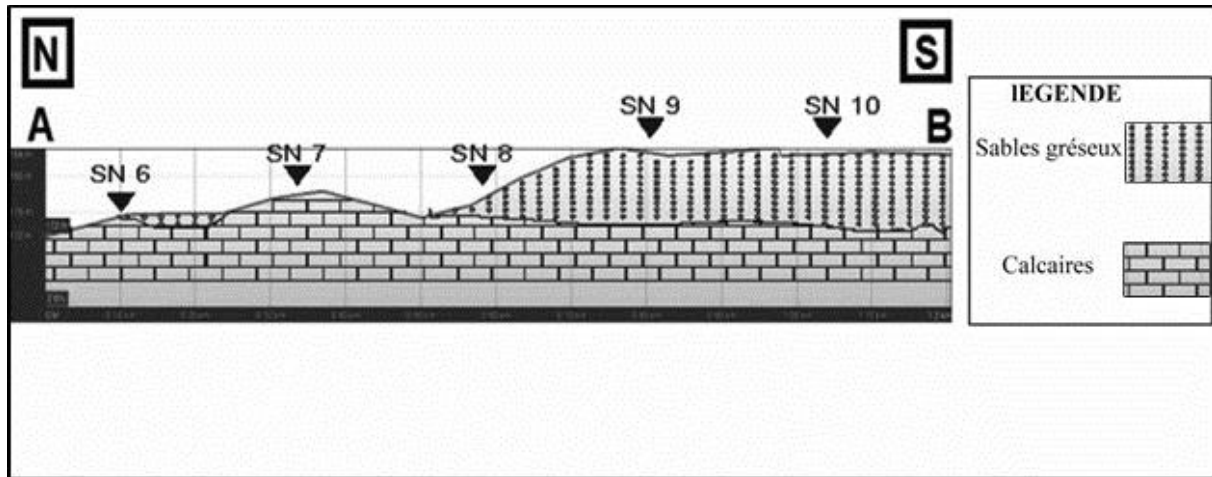


Fig. 11 : Coupe géologique Nord-Sud (A-B) détaillée de la région de HASSI LE HEJAR.

### II. 3. 1. 3. Description de facies :

Le territoire de la wilaya d'Ouargla fait partie de la plateforme saharienne stable de l'Algérie au mésozoïque.

Les travaux de forages (SONATRACH) ont mis en évidence des bassins salifères. Il s'agit en effet d'une tectonique étagée qui se traduit par un plissement modéré des roches du trias à l'Eocène et une pile sub-tabulaire de roches principalement meubles de l'Oligocène au quaternaire.

Les failles rencontrées sur terrain sont de direction NE-SW, le sondage N° 7 se trouve sur une faille d'où la mylonitisation des roches est observé.



## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

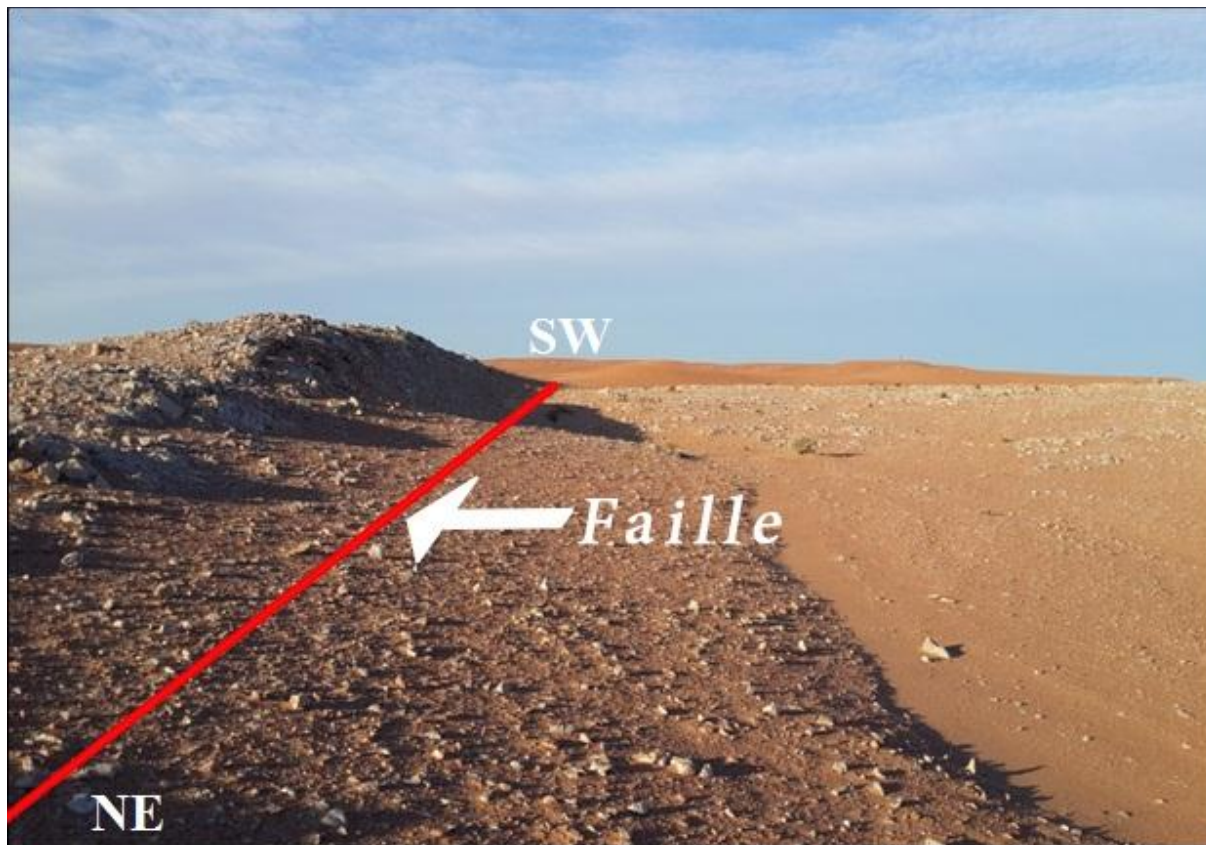


Fig. 12 : Faille de direction NE-SW au niveau de la région de HASSI EL HEDJAR.

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

### II. 3. 1. 4. SONDAGES CAROTTES :

Afin de d'explorer (LTPS) le sous-sol et déterminer les épaisseurs de différentes couches et d'estimer les réserves exploitables, après (LTPS) exécuté 25 sondages de 8.0 m de profondeur implantés d'une manière à couvrir l'ensemble de l'assiette (un sondage pour une surface de 250 m<sup>2</sup>) et un sondage supplémentaire mené à 2.0 m de profondeur. Les coordonnées GPS sont :

La description pétrographique et la suivante :

#### Sondage SN 1:

- ✓ 0.00- 6.50m : Sable rouge et noire avec des passages gréseux .
- ✓ 6.5 -8.00m : Conglomérat avec des rognons de silex .



**Fig .13 : Conglomérat avec silex au sondage N° 1**

#### Sondage SN 2:

- ✓ 0.00- 2.50m : gypse de couleur jaunâtre ;
- ✓ 2.5 -8.00m : calcaire lumachellique .

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE



**Fig. 14 : formation gypseuse au sondage N° 2**

### Sondage SN 3:

- ✓ 0.00- 5.00m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux .
- ✓ 5.00 -8.00m : calcaire lumachellique.

### Sondage SN 4,5,9,10,11,12,13,14,15,TC2,TC3 et TC 7:

- ✓ 0.00- 8.00m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux .



**Fig. 15 : Sable rouge et grés du sondage N° 9**

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE

Sondage SN 6,17,TC1,TC4 et TC6:

- ✓ 0.00 -8.00m : calcaire lumachellique;



**Fig. 16 : La caisse à carottes du sondage N° 6 et TC 1**

Sondage SN 7:

- ✓ 0.00- 1.00m : intercalation de calcaire et grés .
- ✓ 1.00 -6.50m : Roche gréseuse a ciment carbonaté (melonite).
- ✓ 6.50 -8.00 : calcaire lumachellique.

**NB :** le sondage N° 7 se trouve sur faille d'où la roche mylonitisé



**Fig. 17 : La caisse à carottes du sondage N°7**

Sondage SN 8:

- ✓ 0.00- 3.80m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux .
- ✓ 3.80 -8.00 : calcaire lumachellique.

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE



**Fig. 18 : La caisse à carottes du sondage N° 8**

### Sondage SN 16:

- ✓ 0.00- 6.00m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux et gypseux.
- ✓ 6.00 -8.00 : calcaire lumachellique.

### Sondage SN 18:

- ✓ 0.00- 2.00m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux .
- ✓ 2.00 -8.00 : calcaire lumachellique.

### Sondage n°TC5:

- ✓ 0.00- 5.50m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux .
- ✓ 5.50 -8.00 : calcaire lumachellique.

### Sondage n°TC8:

- ✓ 0.00- 4.50m : Sable rougeâtre avec des passages gréseux .
- ✓ 4.50 -5.50 : Grés .
- ✓ 5.50 -8.00: calcaire lumachellique.

## Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE



**Fig. 19 : Photo montrant les Calcaires lumachellique  
détaillée de la région de HASSI LE HEJAR.**

Vu les coupes des sondages réalisés on peut en conclure ce qui suit :

La roche carbonaté du crétacé supérieur (maastrichtien) forme pour le terrain de la carrière le substratum, il est à la base avec des épaisseurs qui dépasse largement les huit (08) mètres, dessus on rencontre un sable rouge gréseux du méo-pliocène qui vient en transgression sur la roche carbonaté aidé par la couche du trias qui joue le rôle d'une couche savon.

### **II. 3. 1. 5. CALCUL DES RESERVES :**

#### **II. 3. 1. 5. 1. Reserve Exploitable :**

Les endroits où la roche affleure en surface indique que le taux de découverte est nul cela veut dire qu'en peut passer directement à l'exploitation.

Les affleurements de la roche se localisent dans deux endroit distinct la plus grosse partie se trouve au nord de l'exploitation sur une superficie de 223 344 m<sup>2</sup> soit 423 m x 528 m sur une épaisseur moyenne de 8 m, on aura un volume de 1 786 752 m<sup>3</sup> et prenons une densité moyenne de 2.60 t/m<sup>3</sup> on aura à la fin 4 645 555,2 Tonnes.

Au sud-ouest un deuxième affleurement de petite envergure 182 m sur 314 m soit une surface de 57 148 m<sup>2</sup> sur 8 m d'épaisseurs cela fait un volume de 457 184 m<sup>3</sup> ce qui donne une quantité de 1 188 678,4 tonnes.

## **Chapitre II : CADRE GENERALE DE L'ETUDE**

### **II. 3. 1. 5. 2. Reserve Géologique :**

Les réserves géologique sont très importante elles dépassent largement les 20 millions de tonnes mais vu l'amplitude de la couche sable gréseux (stérile) qui présente un taux de découverte élevé qui oscille entre 1 et 2.

Le taux de découverte et égale à la quantité du stérile enlevé sur la quantité exploité. Pour mettre en évidence les réserves géologique il faut approfondir l'étude par un resserrage des mailles et de descendre plus en profondeur.

### **II. 3. 2. Géologie de HAOUD EL HAMRA :**

#### **II. 3. 2. 1. Stratigraphique :**

La structure géologique de région de HAOUD EL HAMRA est formé par un ensemble de roche d'âge allant de l'Oligocène ou Moi-pliocène recouverte très souvent par grès et calcaire et sable.

#### **- Oligocène :**

- représenté par des argiles, conglomérat, grès-calcaire et sable a la base
- grès rouge et conglomérat au milieu
- grès grossier fossilifères au sommet

#### **Moi-pliocène :**

les dépôts sont transgressifs sur l'Eocène, Oligocène d'une puissance de 200m (selon le service de l'hydraulique). Ce sont surtout des sables quartzeux, argile jaunes et calcaire lacustres blancs à rognons et amas de silex (dite formation de Hamada).

#### **II. 3. 2. 2. GRAVIER de HAOUD EL HAMRA**

Le gravier utilisé provenant de la carrière de HAOUD EL-HAMRA est constitué de calcaire compact.

# Chapitre III :

# ETUDE

# GEOTECHNIQUE

1. ETUDE GEOTECHNIQUE DE HASSI EL HEDJAR
2. ETUDE EXPERIMENTALE DE HAUD EL HAMRA
3. INTERPRETATION DES RESULTATS
4. DIFFERENT RESULTATS LES DEUX REGION



## Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

### III. 1. Etude Géotechnique de HASSI EL HEDJAR :

L'étude géotechnique est réalisé sur 16 échantillons de roche affleurant en surface par ramassage et 04 à partir des sondages carottés (SN6, SN7, TC5 et TC8). Avant de passer aux expériences géotechniques, Les échantillons vont subir un pré traitement. Ils vont être passé dans le concasseur puis en un tamisé pour l'obtention de la fraction 10/14 afin de déterminer les caractéristiques mécaniques intrinsèques et chimiques.

#### III. 1. 1. Essais de laboratoire ( LTPS ) :

##### III . 1. 1. 1. Essai Los Angeles:

##### III. 1. 1. 1. 1. But de l'essai :

L'essai consiste à mesurer la masse  $m$  d'éléments inférieurs à 1,6 mm, produits par la fragmentation du matériau testé (diamètres compris entre 4 et 47 mm) et que l'on soumet aux chocs de boulets normalisés, dans le cylindre de la machine Los Angeles en 500 rotations.



##### III. 1. 1. 1. 2. Méthode d'essai :

- La prise de 5 Kg de granulats, soit M1
- Prendre le poids total des boules  $4584 \pm 25$  g (11 boules)
- La pesé des boules l'un après l' autre jusqu'à l'obtention du poids nécessaire ,ce qui nous conduisent à prendre 11 à 12 boules.
- Nettoyage de l'appareil .
- Mettre le gravier avec les boules.
- On met en marche l'appareil après réglage, on met 500 tours pendant 15minutes.
- Après 15 mn le gravier a subi deux modes : abrasion + chocs.
- Verser le contenu et faire passer par le tamis 1.6 mm pour enlever les particules fines
- Laver le matériau retenu sur le tamis de 1.6 mm .
- La pesé les deux refus des tamis ; soit M2
- Le calcul la résistance de l' abrasions M

**Fig. 20 : Matériel d'Essais Los Angeles**

## Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

### III. 1. 1. 3. Résultat d'essai :

La dureté de la roche mesurée par l'essai LOS ANGELES (LA) a révélé un coefficient variant entre 15 et 25 %.

### III. 1. 1. 2. Essai Micro Deval :

#### III. 1. 1. 2. 1. But de l'essai:

L'essai MICRO DEVAL permet de mesurer les résistances combinées à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat.

Il vise à caractériser les granulats utilisés pour la constitution des assises de chaussée, y compris les couches de roulement. L'essai MICRO DEVAL peut s'effectuer sur des matériaux secs "MDS" ou sur des matériaux imbibés d'eau "MDE".



Fig. 21 : Matériel d'Essais Micro Deval

#### III. 1. 1. 2. 2. Méthode d'essai :

- 1- Prise d'essai de 500 g lavée et séchée .
- 2- Mise en place dans un tambour avec 5 kg de billes métallique calibrées.
- 3- Appliquer une rotation de 12000 tours au tambour à la vitesse de 100 tour/m.
- 4- Retirer alors la prise d'essai. Pour lavage au-dessus d'un tamis de 1.5 mm.
- 5- Peser le refus à ce tamis après séchage ( M.exprimé en g )

#### III. 1. 1. 2. 3. Résultat d'essai :

Afin d'apprécier la résistance à l'usure de la roche, la fraction 10/14 ont été soumis à l'essai Micro-DEVAL en présence d'eau (MDE). Les valeurs trouvées varient entre 09 et 27 %.

Ce qui reflète les bonnes caractéristiques de la roche que ce soit du point de vue dureté ou résistance à l'usure.

## Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

### III. 1. 1. 3. Masses volumiques apparentes et absolues :

#### III. 1. 1. 3. 1. But de l'essai :

Cet essai a pour but de permettre de connaître la masse d'une fraction granulaire .Ce paramètre permet, en particulier, de déterminer la masse ou le volume des différentes classes granulaires

#### III. 1. 1. 3. 2. Méthode de l'essai :

##### - Masse volumique absolue :

Cette méthode est très simple et très rapide. Elle utilise du matériel très courant de laboratoire. Toutefois sa précision est faible.

1. Remplir une éprouvette graduée avec un volume  $V_1$  d'eau.
2. Peser un échantillon sec  $M$  de granulats (environ 300 g) et l'introduire dans l'éprouvette en prenant soin d'éliminer toutes les bulles d'air.
3. Le liquide monte dans l'éprouvette. Lire le nouveau volume  $V_2$ .

La masse volumique est alors:

$$\rho_s = \frac{M}{V_2 - V_1}$$

Pour opérer dans de bonnes conditions, utiliser une éprouvette graduée en verre de 500  $\text{cm}^3$  de volume. La lecture des niveaux  $V_1$  et  $V_2$  doit se faire en bas du ménisque formé par l'eau. En effet, celle-ci a tendance à remonter sur les bords de l'éprouvette sur une hauteur de 1 à 2 mm, ce qui fausse bien sûr la lecture des volumes si la lecture est effectuée en haut du ménisque.

## Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

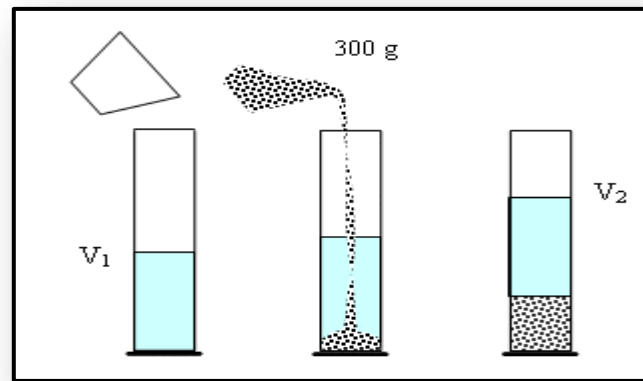


Fig. 22 : l'éprouvette de la Masse volumique absolue

### - Masse volumique apparente :

- La masse volumique apparente est donnée par:
- L'essai est répété 5 fois pour un volume de 1 litre et la moyenne de ces essais donne la valeur de la masse volumique apparente.

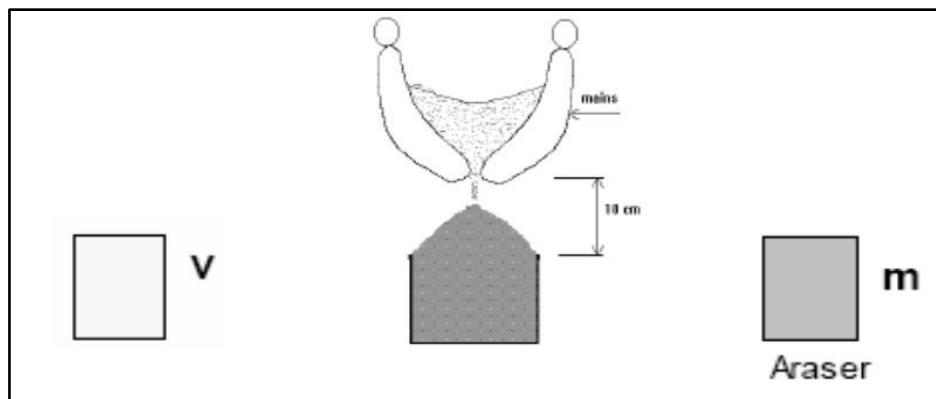


Fig. 23 : : l'éprouvette de la Masse volumique apparente

### III. 1. 1. 3. 3. Résultat d'essai :

La densité apparente de la roche de couleur beige plus ou moins fissurée est de 1.35 à 1.39 t/m<sup>3</sup> et une densité absolue est de 2.61 à 2.68 t/m<sup>3</sup>. Ces valeurs caractérisent une roche calcaire dense.

### III. 1. 1. 4. Coefficient d'absorption :

#### III. 1. 1. 4. 1. But de l'essai :

Cet essai permet de déterminer le coefficient d'absorption d'eau d'un matériau.

La masse  $M$  à préparer pour des granulats

## **Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE**

### **III. 1. 1. 4. 2. Méthode de l'essai :**

1. Faites sécher le gravier à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures.
2. Prélevez un échantillon de gravier sec et pesez-le: M0.
3. Placez l'échantillon dans l'eau et portez à ébullition.
4. Maintenez l'ébullition pendant 2 heures (ou moins si la séance ne le permet pas) pour chasser l'air des pores.
5. Laissez refroidir dans l'eau pour que celle-ci rentre dans les vides.
6. Retirez de l'eau l'échantillon et essuyez chaque grain.
7. Pesez à nouveau l'échantillon: M1.

### **III. 1. 1. 4. 3. Résultat d'essai :**

L'ensemble des valeurs sont acceptables, elles varient entre 1.85 et 3.11 %.

### **III. 1. 1. 5. Analyse chimique :**

Après (LTPS) ,les analyses chimiques sommaires effectuées pour les échantillons ont révélé les proportions suivantes :

- Une teneur en carbonates de 70 à 90 %.
- Un taux d'insolubles de 2 à 24 %.
- Le taux de sulfates varie de 0.8 à 1.12 %.
- Un taux de Chlorures ( $CL^-$ ) varie de 0.03 à 0.05 % .

La première remarque c'est que la roche est d'origine carbonatés renferment des insoluble qui sont tous simplement du Grés (roche carbonaté gréseuse).

## Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

**Tableau. 06 : Récapitulatif des essais des granulats HASSI EL HEDJAR**

	Los Angeles	M.Deval	Densité		DRG	Coef abs	Carb%	Analyse Chimique		
			Absolue	App				Sulf %	Chlor%	Inso%
Ech 01	18,64	27,17	2,61	1.40	15	2,53	81	1,12	0.009	11,34
Ech 02	21.19	20.78	2.59	1.37	15	1.87	86	0.71	0.010	9.75
Ech 03	21.35	27,4	2,68	1.5	14	3.11	90	0,32	0.013	7,72
Ech 04	25,03	27,53	2,62	1.42	12	1,96	70	0,60	0.006	24,96
Ech 05	19,29	23,00	2,63	1.43	15	-	74	0,56	0.007	11,95
Ech 06	15,43	8,86	2,67	1.49	16	1,36	89	0,18	0.011	2,61
Ech 07	19,94	14,57	2,63	1.43	15	2,94	-	-	-	-
Ech 08	21,36	16,21	2,67	1.49	14	2,04	-	-	-	-
Ech 09	23,52	19,95	2,62	1.42	13	2,45	-	-	-	-
Ech 10	21,82	14,87	2,65	1.47	14	1,68	89	0,47	0.011	5,60
Ech 11	19,80	19,76	2,62	1.42	15	2,57	91	0,58	0.014	4,14
Ech 12	24,28	18,77	2,65	1.47	13	2,90	92	0,60	0.014	2,77
Ech 13	22,44	20,18	2,62	1.42	14	2,84	84	0,20	0.010	4,06
Ech 14	26,23	24,72	2,60	1.39	13	3,83	74	0,45	0.007	21,94
Ech 15	20,15	16,79	2,62	1.42	15	2,32	87	0,37	0.010	9,44
Ech 16	23,04	19,58	2,64	1.45	13	1,85	86	0,71	0.010	9,75
SN : 06	3,16	22,80	2,67	1.49	14	2,55	-	-	-	-
SN : 07	38,60	47,30	2,63	1.43	< 05	2,28	74	0,62	0.007	2,8
TC : 05	23,66	22,88	2,58	1.36	14	3,17	-	-	-	-
TC : 08	19,89	18,91	2,59	1.37	15	2,28	86	0,30	0.010	9,42

## **Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE**

### **III. 1. 2. Impact sur le milieu naturel et l'activité humaine :**

#### **III. 1. 2. 1. Bruits – vibrations :**

La carrière est située dans un environnement acoustique de type rural : 20 à 25 dB (A), altéré par la circulation de la R N ; on n'a pas noté de sources particulières de vibrations.

Les résultats montrent qu'au centre d'une installation le niveau énergétique moyen est de 86 dB.

A partir de ces résultats, ont été dressées des courbes iso phones prévisionnelles en tenant compte du site et de la direction des vents dominants et des vents forts (d'où tolérance de 2 dB (A) sur chaque iso phone). Il apparaît ainsi que la zone habitée la plus proche se situe à 80 Km environ de l'installation donc aucun effet.

#### **III. 1. 2. 2. Nuisances dues aux transports des matériaux :**

Le transport des matériaux occasionne des nuisances dues au bruit, à la poussière, aux dégradations des chaussées et aux risques de gênes de la circulation.

Cette source de nuisances mobiles se situant hors du périmètre d'exploitation est ressentie, par les riverains, comme une gêne spécifique liée au trajet emprunté, à la densité de la circulation et aux manœuvres et arrêts des véhicules ainsi qu'aux horaires de transports.

#### **III. 1. 2. 3. Poussières :**

Les émissions de poussières qui, comme nous l'avons indiqué, peuvent avoir des conséquences désagréables, seront tempérées par les dispositions suivantes :

- capotage des installations de criblage secondaire et concassage tertiaire.
- mise en place d'un appareil de dépoussiérage sur l'engin de extraction.
- pulvérisation d'eau mélangée à un agent mouillant à la sortie des concasseurs.
- arrosage des pistes par temps sec ; de plus, à la sortie de l'exploitation, le chemin reliant le site à la route nationale N°51 sera revêtu afin de supprimer les émissions de poussières dues au passage des véhicules.

### **III. 1. 3. DURETE RELATIVE GLOBALE (DRG) :**

Il existe une relation entre les valeurs de l'essai Deval et l'essai Los Angeles. Cette relation traduit la dureté relative globale d'une roche.

Dans le cas du ballast, la valeur de la dureté relative est la plus faible des deux valeurs obtenues successivement à partir des couples de coefficients : (DS – LA) puis (DH -LA).

Dans le cas des graviers, la valeur de la dureté relative est obtenue à partir du seul couple de coefficient (MDE, LA).

# Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

Les pierres doivent présenter une DURETE GLOBALE au moins égale à 12.

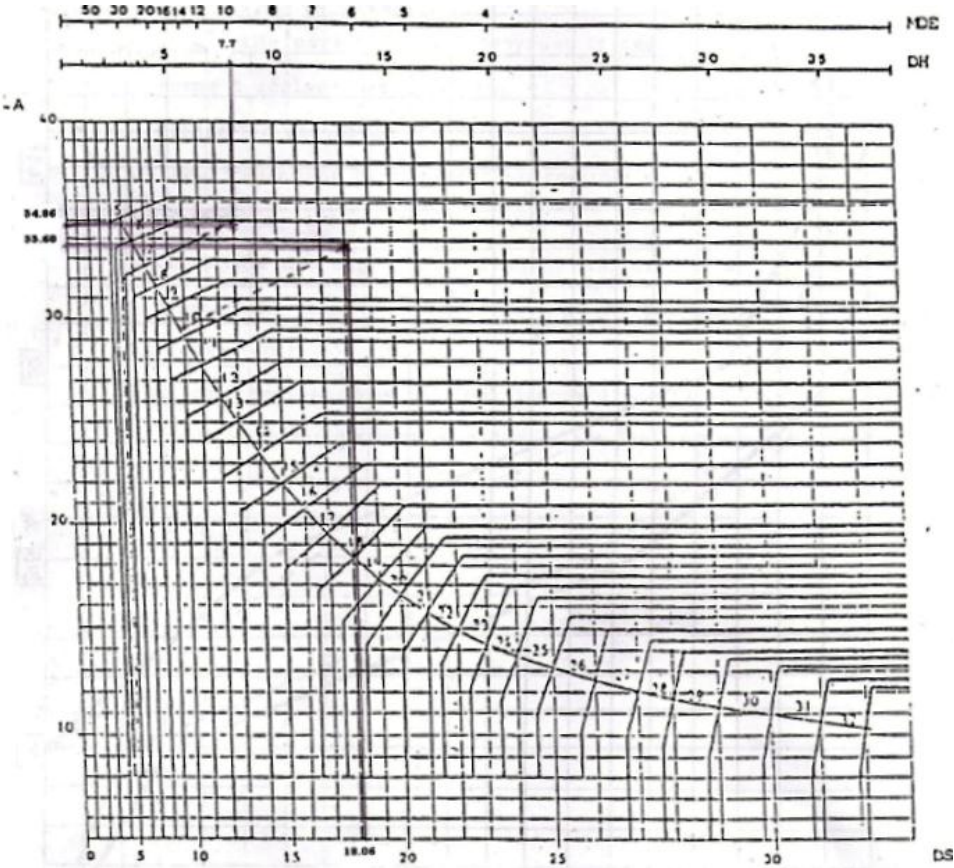


Fig. 24 : Abaque de DRG



## Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE

### III. 2. Etude expérimentale de Haoud El Hamra :

Le gravier utilisé provenant de la carrière de HAOUD EL-HAMRA est constitué de calcaire compact. Dans notre étude (3) classes de gravier ont été utilisées : Gravier G1 (8/15) & Gravier G2 (15/25) & Gravier G3 (2/16) .

L'étude géotechnique est réalisé sur Echantillons : coordonnées 31°53'27.68" N  
6° 0'5.16" E

**Tableau. 07 : Récapitulatif des essais au( LTPS ) des granulats HAOUD EL HAMRA**

Essais	Ouverture tamis on mm	Résultats / Classe			Recommandations (générales)
		GC 8/15	GC 15/25	GC 2/16	
<b>Analyse Granulométrique</b> (voir courbes et Fuseaux correspondants En annexe )	Inf. à 25	-	98	-	
	Inf. à 20	-	65	-	
	Inf. à 16	98	23	-	
	Inf. à 12.5	65	06	97	
	Inf. à 10	31	01	72	
	Inf. à 8	06	-	44	
	Inf. à 6.3	01	-	26	<b>Inférieur de fuseaux</b>
	Inf. à 5	00	-	13	
	Inf. à 4	-	-	06	
	Inf. à 3.15	-	-	-	
	Inf. à 2.5	-	-	-	
	Inf. à 2	-	-	-	
	Inf. à 1	-	-	-	
Inf. à 0.08	-	-	-		
<b>Essai Los Angles</b>	LA Classe 10-14	28.00	27.39	27.39	Béton : Inférieur à 40 Route : Inférieur à 26
<b>Essai Micro Deval</b>	MDE Classe 10-14	50.28	40.71	36.27	Route : Inférieur à 20
<b>COEFFICIENT D'ABSORPTION</b>	P %	03.07	0.50	0.99	Selon destination (<2 ou <1)
<b>Essai de Forme (Aplatissement)</b>	A	10.19	14.02	17.49	Inférieur à 20
<b>Masses Volumiques</b>	Absolue (g/cc)	02.61	02.59	02.61	-
	Apparente (g/cc)	01.40	01.37	01.26	-
<b>Analyse Chimique</b>	% Insolubles	28.08	25.48	25.05	-
	% Sulfate (SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.56	0.88	0.51	Inférieur à 0.4 pour Béton
	% Carbonates	68.00	69.00	70.00	-
	% Chlorures (CL <sup>-</sup> )	0.003	0.005	0.005	-

## **Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE**

### **III. 3. Interprétation des résultats :**

#### **III. 3. 1. Résultats de HASSI EL HEDJAR :**

En tenant compte des normes sur les granulats adoptées par l'Algérie (09%>Deval > 27%) et (15 %>Los Angeles > 25%), les résultats des essais géotechniques que nous avons obtenus (tableau.7.) ont donné des valeurs qu'on peut qualifier de moyennes à médiocres étant donné que toutes ces valeurs sont légèrement inférieures et parfois supérieures aux limites supérieures acceptables fixées par les normes.

D'autre part , il présente une résistance à la fragmentation (Essai Los Angles) un peu supérieure à celle recommandée pour granulat routier.

Aussi la résistance à l'usure sous l'eau (Essai MDE) est moyenne .

La forme du gravier est acceptable, , mais, son indice de Coef, d'absorption est élevé, indiquant que le gravier est pollué en fines de poussière.

D'autre part, la fraction sulfate est quelque peu supérieure à la limite généralement fixée pour les granulats destinés pour les béton.

La densité apparente de la roche de couleur beige plus ou moins fissurée est de 1.35 à 1.39t/m<sup>3</sup> et une densité absolue est de 2.61 à 2.68 t/m<sup>3</sup>. Ces valeurs caractérisent une roche calcaire dense.

#### **III. 3. 2. Résultats de HAUD EL HAMRA :**

##### **- Gravier Classe 8/15 :**

Il présente une granulométrie pratiquement à l'intérieur du fuseau.

D'autre part , il présente une résistance à la fragmentation (Essai Los Angles) un peu inférieure à celle recommandée pour granulat routier.

La forme et la propreté du gravier sont acceptables.

##### **- Gravier Classe 15/25 :**

Il présente une granulométrie pratiquement à l'intérieur du fuseau.

D'autre part , il présente une résistance à la fragmentation (Essai Los Angles) un peu inférieure à celle recommandée pour granulat routier . Aussi la résistance à l'usure sous l'eau (Essai MDE) est trop faible .

La forme du gravier est acceptable, mais, son indice de Coef, d'absorption est élevé, indiquant que le gravier est pollué en fines de poussière.

## **Chapitre III : ETUDE GEOTECHNIQUE**

D'autre part, la fraction sulfate est quelque peu supérieure à la limite généralement fixée pour les granulats destinés pour les béton.

### **- Gravier Classe 2/16 :**

Il présente une bonne granulométrie en grande partie à l'extérieur du fuseau, il est propre, de bonne forme (Aplatissement <20).

D'autre part, il présente une résistance à la fragmentation (Essai Los Angeles) un peu inférieure à celle recommandée pour granulat routier. Aussi la résistance à l'usure sous l'eau (Essai MDE) est trop faible

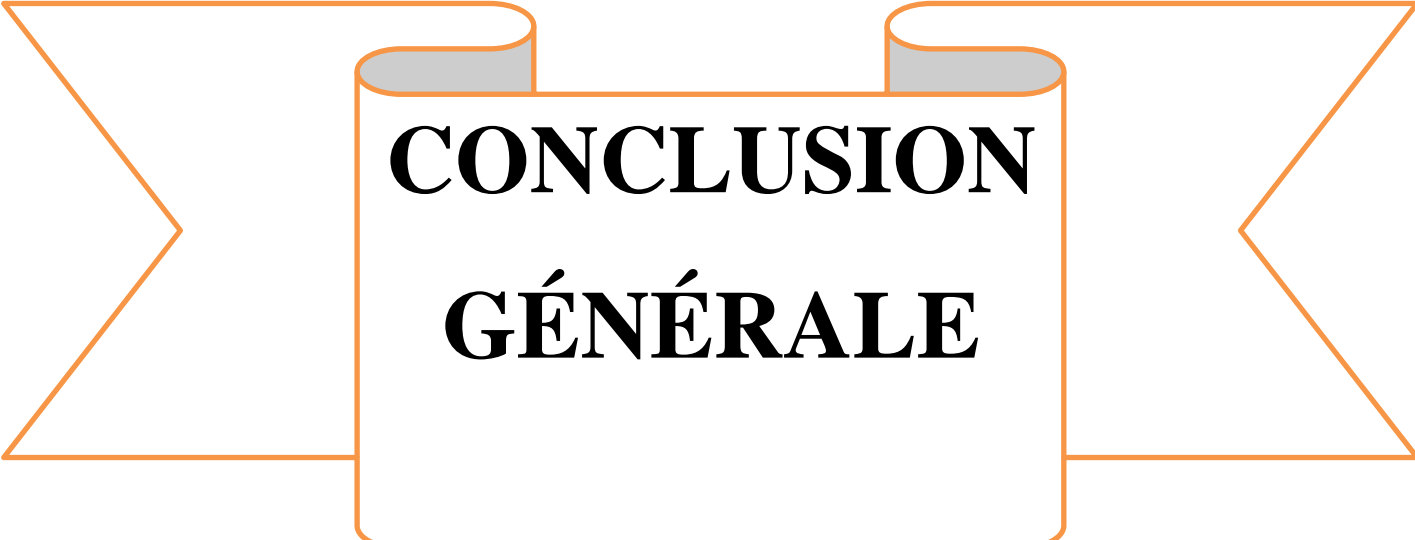
### **III. 4. Comparaison des résultats les deux région :**

Quant aux résultats des essais obtenus pour les deux autres carrières (HASSI EL HEDJAR et HAUD EL HAMRA), on note une différence entre les valeurs des essais Deval qui sont relativement acceptables compte tenu des normes adoptées par l'Algérie et certains pays, tandis que les essais Los Angeles ont donné plus élevée des valeurs à la limite où qui dépassent les normes exigées.

Cette différences entre les deux essais (Deval et Los Angeles) peut s'expliquer par la présence de fissures dans les échantillons analysées, ce qui peut avoir une grande influence sur les valeurs du coefficient Los Angeles qui est très sensible à la présence de fissures dans un échantillon, étant donné que l'essai Los Angeles vérifie la sollicitation des éléments du granulats pas chocs.

Afin de vérifier d'éventuelles relations entre les caractéristiques géotechniques entre eux et avec la composition chimique (teneur en carbonate) des échantillons étudiés

La valeur faible du Deval sec de l'échantillon du HASSI EL HEDJAR selon HAUD EL HAMRA est probablement due à la valeur relativement fort de la teneur en carbonate (92 %)et HASSI EL HEDJAR selon HAUD EL HAMRA(70 %) .



**CONCLUSION  
GÉNÉRALE**

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Les granulats est une importante source de matière première indispensable pour le développement industriel et économiques et des infrastructures.

La plus grande quantités des granulats utilisés au niveau d'Ouargla proviennent des carrières de la région de Batna. Le présents travail entre dans le cadre de la valorisation des granulats qui dérivent soit des calcaires, soit des grés se trouvant dans la région de Ouargla.

L'étude géologique de la région nous a permis de dégager les constatations suivants :

- la région de l'étude fait partie de plateforme saharienne
- Elle est localisé dans la partie orientale du Sahara Algérienne.
- Elle est constituée des plusieurs ensembles d'affleurement exogène (gypse ; calcaires ; grés sable, argile)

La reconnaissance géotechnique de la futur carrière au lieu-dit HASSI EL HADJAR par sondage carotté, échantillonnage par ramassage de roche avec essai et analyse au laboratoire ont montré que le gîte est relativement homogène, constitué de roches calcaires denses, dont les caractéristiques géotechniques intrinsèques sont bonnes permettant d'obtenir des granulats de qualité pour les travaux routiers et de béton.

Les réserves estimées approximativement s'élève à près de 5 834 233.6 Tonnes en roche compacte (avant concassage), toutefois, et afin d'avoir un bon produit lors de l'exploitation, il est vivement recommandé de :

- Mettre les moyens logistiques adéquats pour la bonne marche de la station de concassage.
- Le ramassage ne doit toucher que la roche saine.
- Dégager les joints de remplissage et éviter d'exploiter des roches altérées notamment la partie stérile.
- Procéder à un double criblage :
  - Produire à titre d'exemple une classe de 25/60, avec élimination des < à 25 mm.
  - Puis concasser le reste 25/40 et produire les classes usuelles.

Ceci servira sans aucun doute à éliminer les éléments friables et améliorer les caractéristiques intrinsèques et celles de fabrication.

- Il est vivement conseiller de procéder aux contrôles et suivi rigoureux des granulats en amont et en aval :
  - Au stade du gisement rocheux.
  - Au stade du matériel de concassage.
- Prendre en considération la direction du vent dominant pour l'installation du concasseur afin d'éviter l'auto pollution du produit et de l'environnement.

Les résultats des essais obtenus pour les deux carrières (HASSI EL HEDJAR et HAUD EL HAMRA), ont des caractéristiques mécaniques différentes, cette disparité est observé au niveau des résultats des essais( micro-Deval et Los Angeles) qui peut être interprété par la présence de fissures.

Les Caractéristiques chimiques d'essais montre que les agrégats HASSI EL HEDJAR ont des teneurs relativement fort (carbonate 92 %) de ce fait ils sont supposés de qualité meilleurs que celles de HAUD EL HAMRA (70 %).

En conclusion et sur le plan qualité, les granulats dans HASSI EL HEDJAR (utilisés pour béton et les routes) sont les plus meilleur que celle de HAUD EL HAMRA utilise pour seulement pour le béton.



# **Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

- Aumassip, G. (2001)** : L'Algérie des premiers hommes. Édit. Maison des Sciences de l'Homme, Ibis Press,.
- Bel F. et Cuche D. (1970)** : Etude des nappes du Complexe Terminal du bas Sahara. Données géologiques et hydrogéologiques pour la construction du modèle mathématique, DHW, Ouargla
- BEL. F., & DEMARGNE F., 1966.** Etude géologique du Continental Terminal ; DEC, ANRH, Alger, Algérie, 24 planches, 22p.
- BUSSON G. (1970)** : Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien. Thèse Paris, 464p.
- BUSSON G. et CORNÉE A. (1991)** : Les Echinides du Cénomanién supérieur et du Turonien inférieur de la Hamada de Tinrhert (Sahara algérien). Résumé Colloque international "Les événements de la limite Cénomanién-Turonien", Grenoble, 24-26 mai 1991. Géologie Alpine, Grenoble, mém. H.S., 17, p. 96--97.
- Busson, G.(1964).** Carte Géologie de l'Algérie : fort-flatters feuille NH32 SO-SE ou 1/500000 e ,publ centre rech. Zones arides ,paris ( et publ serv , géol algerie ) ,2 cartes en cartouches ,1 coupe.
- Cornet A. (1964)** : Introduction à l'hydrogéologie saharienne, Rev. de géogr. Phys. et de géol. Dyn. 2, Vol. VI, Fasc. 1, 5-72.
- FABRE J. (1976)** : Introduction à la géologie du Sahara algérien. SNED, Alger, Algérie, 422p.
- Nesson C. (1975)** : L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas-Sahara algérien ; Recherches sur l'Algérie. Mémoires et documents. Service de doc. et de cartographie géographiques. CNRS. Nouvelle série, V17. pp. 7- 99.
- SONATRACH** : Géologie de l'Algérie. Centre de Recherche et Développement et Division Petroleum Engineering et Développement, 93p.
- LIBRAIRIE TECHNIQUE TECHNOSCIENCES** : « Granulats sols ciments bétons. Caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de laboratoire. 03 / 2009. 344 pages
- GSM. ITALCEMENTI Group** : Aide- mémoire qualité des granulats. 05/2009. www .gsm-granulats.fr
- GABRYZIA. F:** Matériaux. (Chapitre 2 les granulats et chapitre 4 bétons). 2007
- Rapport de HAOUD EL HAMRA** : d'analyse sur granulats de classes 8/15, 15/25, 2/16. Projet routes carrière HAOUD EL HAMRA



## Listes des symboles

<b>Symbole</b>	<b>Définition</b>
NBN EN 12620	Granulats pour béton
PTV 411	Codification des granulats
LTPS	Laboratoire travaux publique de sud
LA	Los-Angeles
MDE	Micro-Deval en présence d'eau
MDS	Micro-Deval en présence secs
NF P 18-545	Norme Française
FTP	Fiche technique produits
SN	Sondage
M	Masse
XPP18-540	Norme de définition Les granulats pour bétons
V	Volume
Ps	Masse volumique
DRG	Dureté relative globale
d	Dimension inférieure
D	Dimension supérieure