



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale
Polytechnique

*Département
Génie Minier*

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Minier

Thème

**CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET
GÉOTECHNIQUES DES GRANULATS DES
ROCHES ACIDES EN ALGÉRIE**

Proposé & dirigé par :

Dr : A. SEBAI

Présenté par :

A. MEBARKI

Année Universitaire 2005/2006

E.N.P 10, Avenue Hassan Badi, EL HARRACH, ALGER

Dédicaces

Je dédie ce travail :

*A mes chers et merveilleux parents, sources d'affection et
d'encouragement.*

A mes adorables sœurs et spécialement la petite ЧАÏМАА.

A mon très cher frère МЕССОУАД.

*A mes beaux-frères Kouider, Ben Ayache, Omar, Mohamed,
Abd Elrahmane, Adnane, Taher...*

A mes chers grands-parents

A tous mes amis.

Abd Elouahab

REMERCIEMENTS

- ✚ Au terme de ce travail, je tiens à présenter mes plus vifs remerciements à Mr. A. SEBAÏ, pour avoir suivi et dirigé ce travail.
- ✚ Mes remerciements vont également aux enseignements du département Génie Minier qui ont contribué à ma formation et en particulier le chef du département Mme CHABOU.
- ✚ Ma gratitude va également aux membres du jury qui ont bien voulu m'honorer par leur présence à soutenance et pour l'effort fourni afin de juger ce travail.
- ✚ Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

ملخص:

هذا العمل مكرس لدراسة الخصائص الجيولوجية و الجيوتقنية للمكامن و محاجر الصخور القاعدية (الغرانيت, الغرانوديوريت...) المؤهلة للاستعمال في السكك الحديدية والطرق...
وسمحت لنا هذه المعطيات بحساب عامل الصلابة النسبية المجملة المأخوذة من أجل تعيين نوعية البالست ومقارنتها بالواصفات الجزائرية و الفرنسية و الأوروبية.
النتائج المحصل عليها هي مقبولة للمواصفات الوطنية إلا أن صلابة هذه الصخور تكون متواضعة بالنسبة للمعايير العالمية.
الكلمات المفتاحية: المكامن, المحاجر, الصخور القاعدية, البالست.

Résumé :

Ce travail est consacré à l'étude des caractéristiques géologiques et géotechniques des granulats des roches acides (granite, granodiorite...), susceptibles d'être utilisés comme ballast dans le chemin de fer algérien.
Les résultats de ces données ont permis de calculer la dureté relative globale (DRG), caractéristique prise en compte pour déterminer la qualité du ballast en comparaison aux normes algériennes, françaises et européennes.
Certains résultats obtenus sont bons par rapport aux normes nationales et même internationales.

Mots clés : gisement, carrière, roche acide, ballast, granulat, caractéristiques géologiques, caractéristiques géotechniques.

Abstract:

This work is devoted to the study of the geological characteristics and geotechnical of the aggregates of the acid rocks (granite, granodiorite...), likely to be used like ballast in the Algerian railroad.

The results of these data made it possible to calculate total relative hardness, characteristic taking into account to determine the quality of the ballast in comparison to the norms Algerian, French and European.

Certain results obtained are good compared to the national and even international norms.

Key words: layer, career, acid rock, ballast.

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	02
CHAPITRE I :	GÉNÉRALITÉS SUR LES GRANULATS
I- Généralités Sur les Granulats.....	04
I.1. Définition.....	04
I.2- Types de Granulats.....	04
I.3- Les Ressources en Granulats en Algérie.....	04
I.3.1. Le Tell septentrional.....	05
I.3.2. Le Tell méridional	06
I.3.3. Les Hautes Plaines.....	06
I.3.4. L'Atlas Saharien.....	07
I.3.5. La Plate-forme Saharienne.....	07
I.3.6. Le Hoggar.....	07
I.4. Caractéristiques des Granulats.....	08
I.4.1. Caractéristiques géométriques.....	08
I.4.2. Caractéristiques Physiques.....	10
I.5. Utilisation des Granulats en Ballastage.....	11
I.6. Les Difficultés d'Exploitation.....	11
I.6.1. Géologie et conditions d'extraction.....	11
I.6.2. Altérabilité.....	12
I.6.3. Les travaux préliminaires.....	12
I.6.4. Les équipements.....	13
CHAPITRE II :	LES GRANULATS DE ROCHES ACIDES
II- Les Granulats de roches acides.....	15
II.1- Les Granites.....	15
II.1.1. Le Gisement de TIN-SENASSET 1 (Wilaya d'Adrar).....	15
II.1.2. Le Gisement de TIN-SENASSET 2 (Wilaya d'Adrar).....	16
II.1.3. Le Gisement du Massif de TISANGEMINE (Wilaya d'Adrar).....	17
II.1.4. Le Gisement du Massif IMODAT (Wilaya d'Adrar).....	18
II.1.5. Le Gisement du Complexe de TISROUKAM (Wilaya d'Adrar).....	19
II.1.6. Le Gisement d'ADRAR ELAKAS (Wilaya d'Adrar).....	20
II.1.7. Le Gisement de SIDI ACHOUR (Wilaya de Skikda).....	21
II.1.8. Le Gisement de FILFILA (Wilaya de Skikda).....	22
II.1.9. Le Gisement du DJEBEL ARROUDJAOU-DKOUB OU DJAOUT (Hadejret Ennous, Tipaza).....	23
II.1.10. Le Gisement d'OULED KACEM EL MILIA (Wilaya de Jijel).....	24
II.2- Les Granitoïdes.....	25
II.2.1. Les Gisement du Massif de l'ADANAT (partie Sud) (Wilaya d'Adrar)....	25
II.2.2. Le Gisement du Massif de l'ADANAT (partie centrale) (Wilaya d'Adrar).	26
II.2.3. Le Gisement du Massif de l'ADANAT (partie nord) (Wilaya d'Adrar)....	27
II.3- Les Granodiorites	28
II.3.1. Le Gisement de BIN EL OUIDANE (Wilaya de Skikda).....	28
II.3.2. Le Gisement de SI MUSTAPHA BEN MELAH (Wilaya de Boumerdes)..	29

II.3.3 Le Gisement de CHETAIBI (Wilaya d'Annaba).....	30
II.3.4. Le Gisement de DJANET-1 (Wilaya d'Illizi).....	31
II.3.5 la carrière de l'E.V.S.M (Wilaya de Boumerdes).....	32
II.3.6. La carrière de l'E.P.T.P.A (Wilaya de Boumerdes).....	33
II.3.7. La carrière de l'E.G.C.B (Wilaya de Boumerdes).....	34
II.4. Les Granophyres	35
II.4.1. Le Gisement de TIN SENASSET (Wilaya d'Adrar).....	35
II.5- Les Microgranites	36
II.5.1. Le Gisement de DJANET-2 (Wilaya d'Illizi).....	36
II.5.2. Le Gisement de l'OUED OULIOT (Wilaya d'Illizi).....	37
II.7- Les Rhyolites	38
II.7.1. Le gisement d'ADRAR IN HIHAOU (Wilaya de Tamanrasset).....	38
II.7.2. Le Gisement d'ADRAR NAHALET (Wilaya de Tamanrasset).....	39
II.7.3. Le Gisement de ZITOUNA (Wilaya de Skikda).....	40
II.7.4. Les sites vierges d'OULED El BOR (Zemmouri, Wilaya de Boumerdes)..	40
II.8- Les Rhyodacites	42
II.8.1. Les sites vierges d'AIN KSORI (Si Mustapha, Wilaya de Boumerdes)....	42
II.8.2. Les sites vierges de BOUKONFOR (Wilaya de Boumerdes).....	43
II.8.3. Les sites vierges de l'OUED BOUMERDES.....	44

CHAPITRE III

LA DURETÉ RELATIVE GLOBALE (DRG)

III- Dureté Relative Globale (DRG)	47
III.1. Définition.....	47
III.2. Présentation des résultats.....	47
CONCLUSION GÉNÉRALE	52

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le développement du génie civil et des travaux publics a offert aux granulats divers domaines d'utilisation dont les plus importants sont les routes, le béton et le ballast des voies ferrées.

Il est devenu alors nécessaire de fixer des critères de sélection normalisés par des essais auxquels ils doivent obligatoirement répondre. Ces normes diffèrent bien sûr d'un domaine d'utilisation à l'autre. Malgré cela, les granulats posent encore des problèmes liés à leur géologie qui conditionne l'extraction, à leur altérabilité et à leur relation avec les liants bitumineux.

En Algérie, la plupart des granulats sont susceptibles de satisfaire aux spécifications en vigueur pour la route, mais restent encore médiocres pour le ballast des voies ferrées, notamment pour les lignes à grande vitesse [Fattah et Ghemmour, 2003]

Notre étude a pour objectif de connaître les caractéristiques géologiques et géotechniques des différents gisements et sites de granulats en Algérie. Cette étude est subdivisée comme suit :

- ❖ Une partie descriptive concernant les différents types de granulats, leurs contextes géologiques, leurs propriétés géotechniques, les difficultés de leur exploitation...
- ❖ Une deuxième partie est consacrée à la description des carrières et les sites des granulats de roches acides en Algérie.
- ❖ Une troisième partie portera sur l'étude géotechnique du ballast (étude de la dureté relative globale DRG).

Enfin, on montrera que certaines roches acides de différentes natures ont des valeurs de DRG intéressantes et peuvent constituer un bon ballast pour la voie ferrée algérienne.

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS SUR LES GRANULATS

I- GENERALITES SUR LES GRANULATS

I.1. DEFINITION [Marzougui M, 1994]

On désigne par le terme granulats un ensemble de particules de matière solide, de dimension comprise entre 0 et 80mm, provenant des roches meubles ou consolidées. On peut agglomérer ces particules avec un liant pour produire des bétons de ciment ou des bétons bitumineux, ou encore les utiliser telles quelles pour la construction des routes, des ballastages des voies ferrées...

I-2- TYPES DE GRANULATS [Hadji N et Drif A, 2005]

On distingue :

- **Les granulats naturels** : issus des roches meubles ou massives extraites in situ et ne subissant aucun traitement autre que mécanique.
- **Les granulats artificiels** : qui proviennent de la transformation thermique de roches, de minerais, de sous-produits industriels (laitiers, scories...) ou encore de la démolition d'ouvrages ou de bâtiments divers en béton, souvent appelés granulats recyclés.
- **Les granulats très légers** : ils sont d'origine aussi bien végétale et organique que minérale (bois, polystyrène). Ils permettent de réaliser des bétons de masse volumique comprise entre 300 et 600 kg/m³.

I.3- LES RESSOURCES DE GRANULATS EN ALGERIE [1^{eres} journées nationales sur les granulats, 1993]

L'inventaire des ressources en granulats reste à faire en Algérie. Cet inventaire, à différentes échelles, est motivé par les observations suivantes :

- Les besoins exprimés par les diverses régions ;
- Les ressources en granulats sont non renouvelables et leur exploitation devrait éviter les gaspillages ;
- Les techniques routières exigent, de plus en plus, une meilleure connaissance qualitative des caractéristiques des granulats, car la route est constituée de 95% de granulats et de 5% de liant.

En tenant compte de la géologie algérienne, nous rappellerons dans ce qui suit les sites favorables à l'exploitation des granulats

I.3.1. Le Tell septentrional [1^{ères} Journées nationales sur les granulats, 1993]

D'une structure assez complexe, due pour l'essentiel à la phase alpine, le Tell septentrional renferme des ressources en matériaux réparties de la façon suivante :

- a) Les noyaux kabyles* (les massifs kabyles, d'Alger, du Chenoua...) où on y reconnaît des terrains de nature cristallophyllienne, volcanique et sédimentaire datant du Paléozoïque, à savoir :
- Les terrains cristallophylliens (métamorphiques) constitués en général par les calcaires métamorphiques, les amphibolites et les quartzites métamorphiques.
 - Les terrains sédimentaires, principalement les calcaires.
 - Les terrains volcaniques.
- b) La chaîne calcaire* (Ténès, Chenoua, Bouzegza, Lakhdaria, Djurdjura, Chellala, nord constantinois...), où nous avons des calcaires massifs et des calcaires lités (parfois à silex) du Lias et des calcaires massifs, parfois à nummulites de l'Eocène.
- c) Le volcanisme récent*, rencontré dans les zones internes du Tell, en interstratification dans les formations miocènes, il est représenté par :
- Les basaltes de Témouchent ;
 - Les andésites de Hameur El Ain ;
 - Les basaltes de Cap Djinet ;
 - La granodiorite de Thénia ;
 - Le granite de Skikda...

I.3.2. Le Tell méridional [1^{eres}] journées nationales sur les granulats, 1993]**a) Les nappes telliennes**

Elles sont essentiellement de nature marneuse d'âge Crétacé, mais les ressources en matériaux sont constituées par :

- un calcaire noirâtre du Crétacé Supérieur ;
- un calcaire blanc, parfois à silex de l'Eocène.

b) Les zones autochtones et paraautochtones

Les terrains mésozoïques (Jurassique et Crétacé), voire plus anciens (Paléozoïque) constituent des gîtes appréciables :

- Le Para-autochtone du littoral oranais : Massifs d'Oran, d'Arzew et de Traras, représenté par les calcaires massifs du Lias et du Crétacé.
- Le Para-autochtone des Massifs du Cheliff (Djebels Zaccar et Doui) dont nous citerons les calcaires, les quartzites, la rhyolite et la dolérite du Paléozoïque, ainsi que les calcaires massifs du Jurassique.
- L'Autochtone Nord-Tellien Algérois (Atlas de Bou-Maad et de Blida) correspondant aux calcaires épimétamorphiques du Lias et du Crétacé.
- L'Autochtone Intra-Tellien de l'Ouarsenis et des Bibans marqué par les calcaires du Jurassique et du Crétacé.

I.3.3. Les Hautes Plaines [1^{eres}] journées nationales sur les granulats, 1993]

D'Ouest en Est, les Hautes Plaines Oranaises, les Monts de Saida et Tiaret, les Monts du Hodna, les Hautes Plaines Constantinoises, sont constituées de formations sédimentaires mésozoïques. Les matériaux exploitables se trouvent parmi :

- les calcaro-dolomitiques du Jurassique ;
- les calcaires dolomitiques, récifaux à Rudistes, les calcaires noduleux à Huîtres, d'âge Crétacé.

I.3.4. L'Atlas Saharien [1^{eres} journées nationales sur les granulats, 1993]

Dans cette région, les roches pouvant renfermer d'appréciables ressources en matériaux sont:

- Les calcaires dolomitiques et dolomies massives du Lias ;
- Les calcaires, souvent bitumineux à la base du Crétacé ;
- Les calcaires récifaux à Rudistes du Crétacé.

I.3.5. La Plate-forme Saharienne [1^{eres} journées nationales sur les granulats, 1993]

Les roches massives de la plate-forme saharienne constituent des potentialités en matériaux non négligeables :

- Les calcaires du Crétacé (Ghardaïa, Ouargla, Illizi, El-Goléa).
- A moindre degré, les calcaires du Carbonifère (Béchar, In Salah)

I.3.6. Le Hoggar [1^{eres} journées nationales sur les granulats, 1993]

La structure globale du Hoggar correspond à des roches dont l'âge varie entre l'Archéen (> 2 700 MA) et le récent, les ressources sont constituées par :

- **Des roches massives anciennes (> 2700 Ma à 530 Ma)**
 - des roches métamorphiques. cipolins, quartzites, amphibolites ...
 - des roches plutoniques : granites, diorites ...
 - des roches volcaniques : basaltes, andésites, dacites, rhyolites, gabbros...
- **Des roches massives récentes (Tertiaire et plus récent)**

Elles sont représentées essentiellement par un volcanisme de type basalte et andésite.

Ainsi, les principales ressources de granulat en Algérie sont représentées dans le tableau suivant [Marzougui M, 1994] :

Roches sédimentaires	Roches éruptives	Roches hétérogènes
- calcaire - calcaire siliceux - calcaire dolomitisé - schiste - grés	- granite - basalte - granodiorite - andésite	- basalte- calcaire - calcaire dur- grés carbonaté - calcaire- granodiorite - calcaire granitique - ardoise- quartz - alluvions d'oued

Leur exploitation est répartie comme suit :

- 71% des unités exploitent des carrières constituées de roches sédimentaires, dont près de 90% de calcaire (exemple : carrière de Ain Touta- Batna, carrière de Djebel Bouzegza –Boumerdes...).
- 10% des unités exploitent des carrières des roches éruptives (exemple : carrière de Si Mustapha- Thenia).
- Les roches hétérogènes, constituées de mélange entre celles relevant des classes sédimentaires et éruptives, représentent 19% des carrières exploitées. La part des alluvions d'oued dans cette classe s'élève à 76%.

Les calcaires représentent la part essentielle des roches exploitées ; d'autre part les calcaires peuvent selon leurs caractéristiques chimiques être utilisés comme :

- Matières premières pour la fabrication du ciment et de la chaux.
- Fondant en sidérurgie, où il permet d'éliminer la silice en formant un laitier.
- Amendement en agriculture pour améliorer les terres trop siliceuses.

I.4. CARACTERISTIQUES DES GRANULATS [Hadji N et Drif A, 2005]

I.4.1. Caractéristiques géométriques

a) Les classes granulaires

Les granulats sont classés en fonction de leur granularité déterminée par analyse granulométrique sur des tamis de contrôle à mailles carrées dans la série normalisée

NF ISO 565. Ils sont désignés par d et D qui représentent respectivement la plus petite et la plus grande des dimensions de l'appellation commerciale des produits.

Les principales classes de granulats sont :

- Les Fines où $D < 2$ mm;
- Les Sables où $D < 6,3$ mm;
- Les Sablons où $D < 10$ mm;
- Les Gravillons où $d > 1$ mm et $D < 31,5$ mm ;
- Les Cailloux où $d > 20$ mm et $D < 125$ mm ;

b) Les courbes granulométriques

La courbe granulométrique exprime les pourcentages cumulés, en poids, des grains passants dans les tamis successifs et permet de déterminer l'échelonnement des dimensions des grains contenus dans un granulats. Elle est tracée sur un graphique comportant en ordonnées le pourcentage des tamisats sous les tamis dont les mailles D sont indiquées en abscisse selon une graduation logarithmique.

La forme des courbes granulométriques apporte les renseignements suivants :

- Les limites d et D du granulats en question ;
- La plus ou moins grande proportion d'éléments fins ;
- La continuité ou la discontinuité de la granularité.

c) La Forme des granulats

La forme des granulats a une incidence par exemple sur la maniabilité du béton, la forme la plus souhaitable se rapprochant de la sphère. Une mauvaise forme (aiguilles, plats) nécessite une quantité d'eau plus élevée et peut provoquer des défauts d'aspect.

La forme d'un granulats est définie par :

- Sa longueur L ;
- Son épaisseur E qui est le plus petit écartement d'un couple de plans tangents parallèles ;
- Aplatissement A ;
- Son volume V ;
- Son diamètre D .

I.4.2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

a) Essai Deval

L'évolution des granulats provoque l'apparition des fines, ainsi l'essai consiste à mesurer la qualité d'élément dont le diamètre est inférieur à 1,60 mm (tamis à maille carrée). Cet essai est effectué à sec ou en présence d'eau, appelés respectivement Deval sec et Deval humide.

Ces éléments sont produits dans la machine Deval par les frottements et les chocs modérés des granulats d'une prise d'essai.

b) Essai Los Angeles

Ce coefficient est le rapport de la qualité de fines inférieures à 1,60 mm (maille carrée) produites dans la machine Los Angeles, et la masse de la prise d'essai.

Le coefficient Los Angeles est, par définition le rapport

$$LA = \frac{100 \times m}{5000 (pasée)}$$

Où : m = masse des fines produites au cours de l'essai et dont le diamètre est inférieur à 1,60 mm (maille carrée)

c) Propreté des granulats

Elle désigne essentiellement la teneur en fines argileuses, et d'autres impuretés telles que le charbon, les déchets de bois, les feuilles mortes, les débris végétaux, les débris de plastique...

La valeur limite acceptable en fines dépend des types des granulats utilisés, par exemple entre 2 et 5% pour le béton.

I.5. UTILISATION DES GRANULATS EN BALLASTAGE

[Abdeladim. K et Medini. W, 1993]

On emploie dans ce domaine, des graviers 10/25 mm et des cailloux 16/31.5 mm (ballast fin) ou 25/50 mm (ballast normal). Ces granulats doivent présenter de très bonnes caractéristiques mécaniques.

- Coefficient global de dureté >14
- Forme :
 - ❖ Aiguilles < 4%
 - ❖ Coefficient d'aplatissement < 7%
- Homogénéité: friables et altérés < 3% (NFP 18 572) ; propreté superficielle : PS < 1% (NFP 18 591)
- Los Angeles < 20
- Deval > 10.

I.6. LES DIFFICULTES D'EXPLOITATION

I.6.1. Géologie et conditions d'extraction (Griveaux, 1974)

La qualité d'un granulat est directement liée aux conditions de gisement du matériau, en particulier, la présence de failles et de diaclases peut entraîner des perturbations au niveau de l'extraction et de l'élaboration.

La désagrégation mécanique et les transformations minéralogiques sont les deux actions principales dues aux failles. Ces effets font évoluer progressivement la roche saine en une véritable argile, qui peut être très nocif dans certains cas (dégradation des installations, pollution des granulats,...).

Les diaclases, ont pour conséquence le débit de la roche en polyèdres de taille variable, ce qui implique un approfondissement de l'altération superficielle. De plus, la quantité d'explosifs calculée pour des conditions normales d'abattage peut se trouver trop forte dans une zone très fissurée; il s'ensuit une fragmentation poussée de la roche.

Tous ces caractères entraînent très vite de graves perturbations du fonctionnement des carrières, donc de la régularité et de la qualité des produits élaborés. Il convient donc d'adopter une méthode d'exploitation qui, allée à la connaissance des failles existantes, limiterait au mieux la pollution des abattages relative aux failles.

I.6.2. Altérabilité

Une roche et par conséquent, les minéraux qui la constituent sont à notre échelle de temps, en équilibre dans leur lieu de gisement. Les processus d'altération qu'elle y subit sont généralement très lents. Cependant, sa mise en place dans un autre environnement où les conditions physiques et chimiques diffèrent, peut provoquer une rupture de l'équilibre et une accélération des phénomènes d'altération. On appelle altérabilité la sensibilité d'une roche aux modifications du milieu environnant (*Arque et al, 1980*).

On distingue plusieurs causes à ces modifications parmi lesquelles on peut citer (*Tourenq et Denis, 1974*) :

- Le gonflement et l'expansion par fixation d'eau par les minéraux hydrophiles;
- La cristallisation de sels dans les fissures;
- Le délitage par ouverture des discontinuités préexistantes,
- La dissolution et le lessivage des zones ou minéraux pré altérés.

I.6.3. Les travaux préliminaires [1^{ères} journées nationales sur les granulats, 1993]

Avant l'exploitation proprement dite d'une carrière, certains travaux préliminaires y sont effectués dont il s'agit principalement :

- ✓ Des accès au gisement : route - piste ;
- ✓ Des travaux de découverte : terre végétale et stérile ;
- ✓ Des travaux de génie civil pour l'atelier de fabrication ;
- ✓ Eventuellement des sondages complémentaires.

Mais en réalité, il n'en est rien car hormis quelques exceptions, tous ces travaux ne sont pris en charge que partiellement et ce pour les raisons suivantes :

- Une demande locale urgente ;
- Une absence totale de professionnels du métier de carrière : Ingénieur, Technicien, Boute-feu...
- Une multitude de carrières sont en fait des activités annexes à la raison principale de l'entreprise, par exemple, les cheminots, les entreprises de travaux publics ...font leurs propres agrégats.

Les conséquences de ceci sont :

- Un abandon des sites après la consommation des "réserves visuelles" à cause des accès et des travaux de découverte de stériles sans rentrées financières.

- Des difficultés d'exploitation : hauteurs des gradins, absence de sécurité pour le personnel et le matériel...
- Apparition de nouvelles roches ne convenant plus à la consommation.
- Une déperdition de moyens et de ressources.
- Un taux d'extraction du gisement faible...

I.6.4. Les équipements [1^{eres} journées nationales sur les granulats, 1993]

Les montants alloués (principalement en devises), l'absence de personnel de métier, la consommation obligatoire à partir de lignes de crédit n'a pas permis des choix d'équipements sur des considérations purement techniques et économiques.

En conséquence, une multitude d'équipements différents ont été importés. Ce qui ne permet :

- Ni une capitalisation et échange d'expérience ;
- Ni une standardisation et fabrication de pièces de rechange.

En plus des choix imposés, les trois types d'équipements nécessaires, à savoir l'extraction et l'abattage, la manutention, le transport et la fabrication ont rarement été fournis de paire.

L'acquisition d'équipements fabriqués localement est encore à un stade embryonnaire. Parmi ces fournitures locales, elles-mêmes limitées, par l'allocation devises, on peut citer :

- Les broyeurs sableurs artisanaux (confectionnés par des tôliers privés)
- Les tapis convoyeurs sautevelles fabriqués par ENCC, Bâtimental...
- Une gamme d'engins de carrière aux capacités moyennes (brise-roche, chargeurs 1 à 2m³ et Bulldozer) fournis par l'ENMTP.
- Un dumper Carrière de 12 m³ de S.N.V.I.

La disponibilité en pièces de rechange et accessoires est très limitée, ce qui entrave la bonne marche de l'exploitation d'une carrière, cette faible disponibilité est caractérisée par :

- Des arrêts d'équipement et d'engins ;
- Le recours au self dépannage, qui est de faible durée...

Chapitre II

GRANULATS DE ROCHES ACIDES

II- LES GRANULATS DE ROCHES ACIDES

Dans ce chapitre, on décrira uniquement les sites des granulats de roches acides (granite, granodiorite, rhyolite...) se trouvant dans diverses régions d'Algérie.

II.1- LES GRANITES

II.1.1. Le Gisement de TIN-SENASSET 1 (Wilaya d'Adrar) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 342,821 km

Y = 965,854 km

Le gisement de Tin-senasset est situé à environ 305 kilomètres au S-SE de la ville de Reggane. A partir de la R.N. 6 (environ 260 kilomètres), puis des pistes (environ 45 kilomètres).

a2) Géologie du gisement

Le gisement fait partie du grand complexe intrusif de Tin-Senasset. Celui-ci est constitué par des formations volcano-détritiques d'âge Protérozoïque supérieur. La roche convoitée est un granite de couleur gris beige qui s'étend sur une superficie de vingt (20) km². Ce complexe est coupé par des failles d'orientation N-S. Les granites sont sains dans leur ensemble et les réserves sont importantes. La roche est formée de cristaux de taille moyenne de biotite, de feldspaths et de quartz.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables : isolement, absence d'infrastructures au sens large du terme (pas de source en énergie électrique, pas d'accès, absence d'eau...).

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,622	
	Poids Spécifique (t/m³)		2,651	
	Résistance à la flexion (kg/cm²)		1920	
	Absorption d'Eau (%)		0,11	
	Los Angeles (%)		21,56	
	Porosité (%)		1,00	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	72,45	Na₂O	4,15
	Al₂O₃	13,48	K₂O	3,32
	CaO	1,48	Fe₂O₃	2,50
	MgO	0,53	/	/

II.1.2. Le Gisement de TIN-SENASSET 2 (Wilaya d'Adrar) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 348,624 km

Y = 1006,317 km

Le gisement est localisé à environ 330 kilomètres au S-SE de la ville de Reggane et au S-E à environ 50 kilomètres à vol d'oiseau du gisement Tin-senasset1. L'accès se fait à partir de la R.N. 6 (environ 260 kilomètres), puis par pistes (environ 70 kilomètres).

a2) Géologie du gisement

Le gisement fait partie du grand complexe intrusif de Tin-Senasset. Celui-ci est, constitué par des formations volcano-détritiques d'âge Protérozoïque supérieur. La roche est un granite de couleur gris beige formé de cristaux de taille moyenne de biotite, de feldspaths et de quartz et qui s'étend sur une grande superficie. Ce complexe est entrecoupé par une faille orientée nord - sud. Les granites sont sains dans leur ensemble. Les réserves s'étalent sur environ 05 km².

b) Conditions d'exploitation minière

Défavorables en raison de l'isolement, de l'absence d'infrastructures (pas de source en énergie électrique, pas d'accès, absence d'eau...).

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,631	
	P.S (t/m³)		2,665	
	Rf (kg/cm²)		1860	
	A.E (%)		0,1	
	Los Angeles (%)		23,90	
	Porosité (%)		1,32	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	62,37	Na₂O	2,30
	Al₂O₃	19,84	K₂O	2,25
	CaO	traces	Fe₂O₃	3,62
	MgO	0,37	SO₃	0,36
	TiO₂	1,01	/	/

II.1.3. Le Gisement du Massif de TISANGEMINE (Wilaya d'Adrar)

[CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 415,928 km

Y = 1 392,865 km

Le site se trouve localisé au N-NE et à environ 55 kilomètres à vol d'oiseau de la localité de Timiaouine. L'accès est par pistes, à partir de Timiaouine.

a2) Géologie du gisement

Le gisement est constitué de granites qui ont été mis en place au Protérozoïque supérieur. Ces granites, chahutés et faillés, sont répartis suivant la direction NO-SE et encadrés au Nord et au Sud par des gneiss et des migmatites. Ils forment le massif de Tisangemine. Ce sont des granites à textures grenue et microgrenue formés surtout de quartz, de feldspaths et de micas. Le massif est étendu avec un

diamètre de huit (08) kilomètres environ, d'où des réserves importantes.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables : éloignement du gisement de la première localité qui est Timiaouine, absence d'accès, pas de source en énergie électrique, absence d'eau...

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m^3)		2,641	
	P.S (t/m^3)		2,722	
	Rf (kg/cm^2)		1276	
	A.E (%)		0,20	
	Los Angeles (%)		31,60	
	Porosité (%)		3,00	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	70,95	Na₂O	3,80
	Al₂O₃	13,48	K₂O	4,12
	CaO	1,89	Fe₂O₃	2,12
	MgO	0,86	SO₃	0,05

II.1.4. Le Gisement du Massif IMODAT (Wilaya d'Adrar) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 411,897 km

Y = 1 446,259 km

Le gisement est situé à l'extrême Sud de la wilaya d'Adrar (une vingtaine de kilomètres de la frontière avec le Mali), à l'E-SE et à environ quinze (15) kilomètres de la localité de Timiaouine. On y accède par pistes à partir de Timiaouine.

a2) Géologie du gisement

Le gisement est constitué par des granites calco-alcalins d'âge Protérozoïque supérieur. De couleur grisâtre, ces granites tranchent dans un paysage monotone assez plat en formant un relief chahuté et où s'étalent sur une très grande étendue, d'énormes blocs de taille métrique à décamétrique et qui forment le massif d'Imodat.

Ces granites, à texture grenue, sont formés de quartz, de feldspaths et de micas. Ce massif granitique a environ sept (07) kilomètres de diamètre.

b) Conditions d'exploitation minière

Favorables en raison de la proximité de la localité de Timiaouine, existence de pistes et la possibilité de branchement sur les lignes électrique de haute tension.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,612	
	P.S (t/m³)		2,682	
	Rf (kg/cm²)		1190	
	A.E (%)		0,54	
	Los Angeles (%)		24	
	Porosité (%)		2,72	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	71,77	SO₃	0,03
	CaO	1,72	Al₂O₃	3,76
	K₂O	3,73	MgO	0,20
	Fe₂O₃	2,00	Na₂O	4,60

II.1.5. Le Gisement du Complexe de TISROUKAM (Wilaya d'Adrar)

[CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 401,200 km

Y = 1 434,708 km

Le site se trouve à environ quinze (15) kilomètres au N-O de la localité de Timiaouine, à partir de la piste qui relie Timiaouine à Bordj Badji Mokhtar.

a2) Géologie du gisement

Ce sont des granites grisâtres du Protérozoïque supérieur formant le complexe intrusif de Tisroukam. La disposition en très grands blocs de taille plurimétrique à décamétrique qui forment le relief. De texture grenue et microgrenue, ces granites sont formés surtout de quartz, de feldspaths et de micas. Ce massif est long de cinq

(5) kilomètres et large d'un (1) kilomètre.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont les mêmes que celles du gisement du massif d'Imodat.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,608	
	P.S (t/m³)		2,681	
	Rf (kg/cm²)		1090	
	A.E (%)		0,22	
	Los Angeles (%)		30,60	
	Porosité (%)		2,72	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	71,93	SO₃	0,06
	CaO	1,38	Al₂O₃	13,17
	K₂O	2,12	MgO	0,24
	Fe₂O₃	1,12	Na₂O	3,80

II.1.6. Le Gisement d'ADRAR ELAKAS (Wilaya d'Adrar) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 644, 558 km

Y = 820, 084 km

Le site est situé au N-NO et à cinquante (50) kilomètres environ de Timiaouine. L'accès se fait par pistes non aménagées, à partir de Timiaouine.

a2) Géologie du gisement

Le gisement est composé de granites intrusifs du Protérozoïque supérieur. Ceux-ci forment un relief qui constitue le massif isométrique de l'Adrar Elakas. La roche, de couleur grisâtre, est disposée en très gros blocs qui forment des monticules assez imposants. Ces granites à textures grenue et microgrenue, sont composés essentiellement de quartz, de feldspaths et de micas. Les réserves sont importantes car le massif présente un diamètre de douze kilomètres (12 km).

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables et complexes (gisement en haute altitude), en raison de l'éloignement, l'absence d'accès et d'eau, pas de source en énergie électrique.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,612	
	P.S (t/m³)		2,670	
	Rf (kg/cm²)		1463	
	A.E (%)		0,20	
	Los Angeles (%)		21,40	
	Porosité (%)		2,74	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	70,95	SO₃	0,06
	CaO	1,89	Al₂O₃	13,17
	K₂O	2,12	MgO	0,86
	Fe₂O₃	1,12	Na₂O	3,80

II.1.7. Le Gisement de SIDI ACHOUR (Wilaya de Skikda) [CTTP, 2000]**a) Caractéristiques du gisement****a1) Situation géographique**

X = 844,050 km

Y = 421,100 km

Le site se trouve localisé à environ deux (02) kilomètres à vol d'oiseau au Nord de la localité de Collo, en suivant la piste.

a2) Géologie du gisement

Le site est représenté par des granites porphyriques massifs localisés au sein des formations du Précambrien. Les roches sont massives, compactes et dures. Les réserves sont très grandes.

b) Conditions d'exploitation minière

Les conditions d'exploitation sont favorables.

II.1.8. Le Gisement de FILFILA (Wilaya de Skikda) [Pomanosky et Dernuc, 1990]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 890,600 km

Y = 407,300 km

Le gisement de Filfila est situé à 25 kilomètres à l'Est de Skikda, chef lieu de Wilaya. Il est relié à Skikda par une piste peu praticable en automne et en hiver, et par une route goudronnée à partir du village Les Platanes.

a2) Géologie du gisement

La roche est un granite contenant des feldspaths (40-43%), des plagioclases (15-16%), du quartz (0%), de la biotite (4-5%), de la muscovite (1-2%), de la tourmaline (4-5%), de l'apatite. Les réserves sont importantes (plus d'un million de m²).

b) Conditions d'exploitation minière

L'exploitation de la carrière du massif de Filfila montre que les conditions d'exploitation à ciel ouvert, sont bonnes.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Résistance à l'acide (%)		95,6 à 97,4	
	P.S (%)		2,72	
	Porosité (%)		1,45	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	76,61 à 73, 63	PF	0,42 à 0,89
	B₂O₃	1,13	Al₂O₃	14,2
	K₂O+ Na₂O	8,33 à 10,8	TiO₂	0,2

II.1.9. Le Gisement du DJEBEL ARROUDJAOUD-KOUB OU DJAOUT

(Hadejret Ennous, Tipaza) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 442,000 km

Y = 322,100 km

Le gisement est situé à 2 kilomètres au Sud de Hadejret Ennous (Fontaine du Génie) et à peu près 15 kilomètres à l'Ouest de Cherchell. L'accès au gisement se fait à la sortie Est de Hadejret Ennous sur la RN 1, puis par une piste à forte pente sur 5 kilomètres.

a2) Géologie du gisement

Le gisement correspond à un complexe granito-monzonitique qui s'est mis en place dans un encaissant marneux probablement au Miocène. Le phénomène de décompression associé à la fracturation, observés dans ce complexe granitique, a donné naissance à un débitage naturel en blocs allant du dm^3 à plusieurs m^3 . La roche présente par moment une altération superficielle et la découverte est variable sur l'étendue du gisement (faible au sommet, mais plus ou moins importante au pied). Le complexe est essentiellement constitué de granite alcalin à biotite, de monzonite quartzifère à biotite et augite, et de dolérite à diopside. Le grain est moyen à fin (texture microgrenue), et les roches présentent de temps à autre, une altération superficielle. Les réserves exploitables sont importantes.

b) Conditions d'exploitation minière

La piste d'accès présente une forte pente susceptible d'être une contrainte. L'exploitation du flanc nord du gisement peut être une source de nuisances pour Hadejret Ennous. Par contre, l'exploitation du flanc sud ne semble pas poser de problème particulier.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique apparent (g/cm³)		2,64	
	Poids volumique réel (g/cm³)		2,68	
	Absorption d'eau		0,64	
	Rc (%)		760	
	Porosité (%)		1,70	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	57 à 65	Na₂O+ K₂O	8
	CaO	4,5 à 12	Al₂O₃	12
	FeO+Fe₂O₃	3,35 à 6	MgO	3,32 à 4,6

II.1.10. Le Gisement d'OULED KACEM EL MILIA (Wilaya de Jijel) (Fiche Technique, 2004)

a) Caractéristiques du gisement

a1) Géologie du gisement

Le gisement est situé dans les massifs anciens de Petite Kabylie. Ils sont formés de terrains métamorphiques (micaschistes, gneiss, phyllade) recouverts de lambeaux oligo-miocènes (argiles gréseuses) et traversés par des roches éruptives d'âge Miocène (granite).

Le gisement intéresse les granites, qui sont des roches massives et dures. Cette formation connaît son extension dans le bassin nord d'El Milia. Ces granites sont disposés en amas présentant divers plans de clivages et de fissures. La roche contient des feldspaths, de la muscovite, de la biotite et de la silice. Les réserves sont importantes (plus d'un million de tonnes).

b) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Résistance à la compression (Mpa)		85,7	
	Los Angeles (%)		23,9	
	Essai micro deval (%)		25	
	Porosité (%)		1,72	
	E.S (%)		54	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	80,98	CaCO₃	2
	Eau de constitution	1,72	Autres	5,72

II.2- LES GRANITOÏDES

II.2.1. Le Gisement du Massif de l'ADANAT (partie Sud) (Wilaya d'Adrar)

[CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 348,195 Km

Y = 1 011,863 km

Le gisement est localisé à environ 337 kilomètres au S-SE de la ville de Reggane et au Sud à environ 07 kilomètres à vol d'oiseau du gisement Tin-senasset 2. L'accès se fait à partir de la R.N. 6 (environ 260 kilomètres), puis par piste (environ 77 kilomètres).

a2) Géologie du gisement

C'est un très vaste massif magmatique daté du Protérozoïque inférieur et qui est formé de roches massives de la famille des granitoïdes. Ces roches, aux formes arrondies (action de l'érosion éolienne) forment le massif de l'Adanat qui s'étend vers le Nord sur une distance de plus de cent (100) kilomètres. Cette région correspond à la partie Sud du complexe magmatique de l'Adanat. Ces roches à texture grenue et microgrenue, contiennent surtout des cristaux de quartz, d'orthose, de feldspaths et de micas. Les réserves sont très importantes.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables en raison de l'isolement, l'absence d'infrastructures (pas de source en énergie électrique, pas d'accès, absence d'eau...).

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,639	
	P.S (t/m³)		2,657	
	Rf (kg/cm²)		1920	
	A.E (%)		0,22	
	Los Angeles (%)		20,18	
	Porosité (%)		2,61	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	75,22	Na₂O	3,73
	Al₂O₃	13,91	K₂O	3,12
	CaO	0,12	Fe₂O₃	2,00
	MgO	0,27	SO₃	traces
	TiO₂	0,30	/	/

II.2.2. Le Gisement du Massif de l'ADANAT (partie centrale) (Wilaya d'Adrar)

[CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement**a1) Situation géographique**

X = 333,203 km

Y = 978,692 km

Le gisement est localisé à environ 300 km au S-SE de la ville de Reggane au S-SE à environ 18 km à vol d'oiseau du gisement Tin-senasset 1. On y parvient à partir de la R.N. 6 (environ 260 kilomètres), ensuite par pistes (environ 40 kilomètres).

a2) Géologie du gisement

C'est un très vaste massif magmatique daté du Protérozoïque inférieur et qui est formé de roches à texture grenue et à structure massive de la famille des granitoïdes. Ces roches, aux formes arrondies sont comme celles du gisement précédent. Cette région correspond à la partie centrale du complexe magmatique de

l'Adanat. Ces granitoïdes sont composés principalement de cristaux de quartz, d'orthose, de feldspaths et de micas. Les réserves sont là aussi très grandes.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont les mêmes que celles du gisement antérieur.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,639	
	P.S (t/m³)		2,657	
	Rf (kg/cm²)		1560	
	A.E (%)		0,15	
	Los Angeles (%)		20,16	
	Porosité (%)		0,69	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	75,94	Na₂O	3,73
	Al₂O₃	13,91	K₂O	2,55
	CaO	1,26	Fe₂O₃	2,00
	MgO	0,51	SO₃	traces
	TiO₂	0,20	/	/

II.2.3. Le Gisement du Massif de l'ADANAT (partie nord) (Wilaya d'Adrar)

[CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 3841,790 km.

Y = 1485,378 km.

Le gisement est situé à plus de trois cent (300) km au s-se de Reggane. L'accès se fait à partir de la R.N. 6 (environ 260 kilomètres) et par pistes (environ 50 kilomètres).

b) Géologie et conditions d'exploitation minière

Elles sont semblables à celle décrites pour les gisements précédents du même massif de l'Adanat.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,626	
	P.S (t/m³)		2,669	
	Rf (kg/cm²)		1920	
	A.E (%)		0,22	
	Los angles (%)		20,18	
	Porosité (%)		2,61	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	74,08	Na₂O	3,32
	Al₂O₃	12,56	K₂O	4,05
	CaO	1,04	Fe₂O₃	1,75
	MgO	0,32	SO₃	traces
	TiO₂	traces	/	/

II.3- LES GRANODIORITES**II.3.1. Le Gisement de BIN EL OUIDANE (Wilaya de Skikda) [CTTP, 2000]****a) Caractéristiques du gisement****a1) Situation géographique**

Le site se trouve localisé à environ seize (16) kilomètres à vol d'oiseau à l'Ouest de la localité de Tamalous, à partir de la RN 3.

a2) Géologie du gisement

Le gisement est représenté par des granodiorites compactes et dures, de couleur grisâtre. Les réserves sont importantes.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables à cause de l'accès très difficile.

c) Caractéristiques géotechniques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m^3)	2,48
	P.S (t/m^3)	2,69
	Rf (kg/cm^2)	806 à 932
	A.E (%)	0,72 à 0,76
	Résistance à la compression (kg/cm^2)	806 à 932

II.3.2. Le Gisement de SI MUSTAPHA BEN MELAH (Wilaya de Boumerdes) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 5794,00 km

Y = 3891,00k m

Le gisement est situé à 53 kilomètres à l'Est d'Alger et à 3 kilomètres au Nord-Est de Thenia. L'accès se fait à partir de l'ouvrage d'art de la RN5 (ouvrage d'art desservant Thenia), puis par la route de Zemmouri.

a2) Géologie du gisement

Le gisement de type plutonique, est d'âge Miocène. Il constitue l'un des pointements ou intrusions tardifs magmatiques du bassin Thénia-Tizi Ouzou. Ces venues magmatiques ont pénétré des formations sédimentaires souvent de nature marneuse. La roche est de couleur gris verdâtre à grains moyens. Dans certains endroits, la roche est altérée, contenant surtout des cristaux de quartz, de feldspaths potassiques, de plagioclases, d'amphibole, de chlorite et de biotite. Les réserves exploitables pour l'année 1993 avoisinaient les 18 millions de tonnes.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont favorables car le gisement est déjà raccordé par le réseau électrique ainsi que le réseau routier.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique absolu (t/m^3)	2,5		
	Poids volumique réel (t/m^3)	2,56		
	Absorption d'eau (%)	0,09 à 3,88		
	MDE (%)	25		
	Los angles (%)	28		
	Porosité (%)	0,07 à 6,51		
	Résistance à la compression (kg/cm^2)	1130		
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	60,70	Na₂O	2,74
	Al₂O₃	15,93	K₂O	3,96
	CaO	6,10	Fe₂O₃	1,75
	MgO	-	SO₃	0,23
	PF	3,66	/	/

II.3.3 Le Gisement de CHETAIBI (Wilaya d'Annaba) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 915,500 km

Y = 429,000 km

Le gisement est situé à environ deux (02) kilomètres à vol d'oiseau au N-NO de la localité de Chétaibi, en accédant à partir du CW 107.

a2) Géologie du gisement

Les gisements sont constitués par des granodiorites et des diorites du Précambrien. Ces roches sont massives, plus ou moins fissurées, de couleur sombre. Les réserves semblent être importantes.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont favorables.

II.3.4. Le Gisement de DJANET-1 (Wilaya d'Ilizi) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 1204,003 km

Y = 976,402 km

L'accès se fait par la RN 3 au sud de Djanet, sur environ 22 kilomètres.

a2) Géologie du gisement

Le gisement se présente en filons de microdiorite orientés NO-SE, qui se sont mis en place à la faveur de failles de même orientation. Cette mise en place s'est probablement déroulée au Protérozoïque. La roche à texture microgrenue, à grain fin, est constituée d'andésine, de hornblende, de pyroxène et de biotite. La présence de deux filons de longueur totale de 2,4 kilomètres x 200 mètres x 10 mètres, permet d'estimer les réserves à 15 millions de tonnes. Une étude plus détaillée du gisement est nécessaire pour affiner l'estimation de ses réserves.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles ne sont pas très difficiles à cause de la proximité de la ville de Djanet.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (g/cm³)		2,57	
	Poids sec (g/cm³)		2,67	
	Résistance à la compression (kgf/cm²)		1373	
	Porosité (%)		1,39	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	65 à 80	Na₂O+ K₂O	7 à 10
	CaO	0 à 3	Al₂O₃	11 à 16

II.3.5 la carrière de l'E.V.S.M (Wilaya de Boumerdes) [Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 553,069 km

Y = 4064,719 km

Situé à 1.4 kilomètres de la carrière de l'EGCB, elle est accessible à partir de la RN12.

a2) Géologie du gisement

Il est constitué de gradins de granodiorite d'âge Paléogène avec une longueur de 40 mètres et une hauteur de 15 mètres. Une formation pleine de fissures avec une épaisseur d'altération de 5 à 10 mètres. L'épaisseur de la découverte est de 5 mètres.

b) Conditions d'exploitation minière

L'exploitation de ce front se fait sans gradins et sans mailles de tir, la roche saine est abattue à l'explosif (par procédé de forage et de tir à l'aide de charge).

c) Caractéristiques géotechniques

Essais mécaniques	Los Angeles (%)	14,00
	MDE (%)	6,15
	MDS (%)	11,42

II.3.6. La carrière de l'E.P.T.P.A (Wilaya de Boumerdes) [Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 567,716 km

Y = 4078,075 km

Situé à 2.5 kilomètres au SO du village Cap-Djinet, derrière la station de concassage de SONATRO.

a2) Géologie du gisement

La roche est une granodiorite. Le front de taille a une hauteur de 20 mètres et une longueur de 100 mètres.

b) Conditions d'exploitation minière

Il n'existe aucune méthodologie concernant l'exploitation de ce front. L'abatage de la roche est identique à celui adopté par les autres carrières de Thénia (EVSM et EGCB).

c) Caractéristiques géotechniques

Essais mécaniques	Essais	Valeur minimale	Valeur Maximale	Valeur moyenne
	Résistance à la compression (g/cm ²)	215	1335	775
	Résistance au choc (MDE) %	15	/	15
	Résistance au choc (LA) %	19	63	41
Essais d'identification	Absorption d'eau (%)	13,94	25,5	19,72
	Porosité (%)	0,05	2,33	1,19
	poids volumétrique spécifique (g/cm ³)	2,5	2,64	2,57

II.3.7. La carrière de l'E.G.C.B (Wilaya de Boumerdes) [Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation Géographique

X = 567,716 km

Y = 4078,075 km

Situé à 2,5 kilomètres au NE de Thenia et à 2 kilomètres de la RN 12. L'exploitation est dans la partie SO du massif de granodiorite.

a2) Géologie du gisement

Ce gisement correspond à une masse rocheuse fissurée de granodiorites, le front de taille est constitué par l'accumulation des blocs altérés dans sa partie supérieure. Le gisement est recouvert par une couche d'arène granitique.

b) Conditions d'exploitation minière

Le procédé d'exploitation utilisé au niveau de cette carrière est identique à celui de la carrière de l'EVSM.

c) Caractéristiques géotechniques

Essais mécaniques	Essais	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne
	Deval sec (%)	12,5	/	12,5
	Los Angeles (%)	24,45	27,45	25,95
	Micro deval humide (%)	12,69	20	16,35
	Micro deval sec (%)	6	16	11

II.4. LES GRANOPHYRES

II.4.1. Le Gisement de TIN SENASSET (Wilaya d'Adrar) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 345,379 km

Y = 1 026, 573 km

Le gisement est localisé à environ 355 kilomètres au S-SE de la ville de Reggane et au S-SO à environ 18 kilomètres à vol d'oiseau du gisement de massif de l'Adanat (partie sud). On y arrive par la R.N. 6 (environ 260 kilomètres), puis par piste (environ 95 kilomètres).

a2) Géologie du gisement

Ce gisement représente la terminaison Sud du complexe intrusif de Tin Senasset. Le massif, mis en place au Protérozoïque supérieur, présente une superficie d'environ cinq (05) kilomètres carrés. Il est constitué par des formations volcanodétritiques représentées surtout par des dykes acides de granites et par des diabases. Les granophyres ont une texture grenue à microgrenue, formés surtout de cristaux de quartz, de feldspaths et de micas. Les réserves, qui concernent une superficie de près de cinq (5) km², sont très importantes.

b) Conditions d'exploitation minière

Défavorables pour cause d'isolement et d'absence en source d'énergie électrique d'eau, d'accès ...

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,677	
	P.S (t/m³)		2,677	
	Rf (kg/cm²)		2220	
	A.E (%)		0,06	
	Los angles (%)		11,32	
	Porosité (%)		0,94	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	70,11	Na₂O	4,53
	CaO	1,14	Al₂O₃	13,95
	K₂O	3,12	MgO	0,47
	Fe₂O₃	3,50	/	/

II.5- LES MICROGRANITES

II.5.1. Le Gisement de DJANET-2 (Wilaya d'Illizi) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 1227,126 km

Y = 988,127 km

L'accès se fait par la RN 3, puis une piste, en prenant la direction S-E, à partir de Djanet sur environ 60 Kilomètres.

a2) Géologie du gisement

Le gisement se présente en filons orientés grossièrement NO-SE. Ces filons constitués de microgranite, se sont probablement mis en place à la faveur de fractures au cours du Protérozoïque. Les réserves sont représentées par deux filons de longueur totale de 7 kilomètres et une largeur de 180 mètres. Une étude du gisement est nécessaire pour affiner l'estimation des réserves.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont délicates du fait de l'isolement du site.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m³)		2,68 à 2,73	
	Poids sec (t/m) (%)		2,77	
	Rf (kg/cm²)		2220	
	Porosité (%)		1,30	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	65 à 80	Na₂O+ K₂O	7 à 10
	CaO	0 à 3	Al₂O₃	11 à 16

II.5.2. Le Gisement de l'OUED OULIOT (Wilaya d'Illizi) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 222,985 km

Y = 1002,426 km

On y accède par la RN3, et une piste, au sud de Djanet, sur environ 80 kilomètres.

a2) Géologie du gisement

Le gisement correspond à une intrusion microgranitique au cours du Protérozoïque. Ces intrusions sont en relation avec la fracturation NO-SE de la région. La roche correspond à un microgranite à grain fin à moyen. La roche est constituée de quartz, de feldspath potassique et de plagioclase. Sur le terrain, on y observe un filon de 6 kilomètres de long et de 20 mètres de large. Une étude du gisement est nécessaire pour affiner l'estimation des réserves.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont délicates du fait de l'isolement du site.

c) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (g/cm³)		2,60	
	Poids sec (g/cm)		2,63	
	Résistance à la compression (kgf/cm²)		2220	
	Porosité (%)		0,63	
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	SiO₂	65 à 80	Na₂O+ K₂O	7 à 10
	CaO	0 à 3	Al₂O₃	11 à 16

II.6- LES RHYOLITES

II.6.1. Le gisement d'ADRAR IN HIHAOU (Wilaya de Tamanrasset)
[CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 659,742 km.

Y = 3986,042 km.

Le gisement est situé à 230 kilomètres environ à vol d'oiseau au NO de Silet. L'accès se fait par piste.

a2) Géologie du gisement

Il correspond à un grand massif composé de trois types de rhyolites sous forme de gros blocs compacts, de taille pluridécimétrique à métrique, répartis sur une très grande surface. Ces roches très dures et compactes, microgrenues, se présentent sous trois (03) couleurs gris brun, vert clair et vert foncé. Les réserves sont très importantes (superficie de près de 84 km²).

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables : isolement, absence d'eau et ligne électrique haute tension...

c) Caractéristiques géotechniques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m^3)	2,6
	P.S (t/m^3) (%)	2,6
	Porosité (%)	1
	A.E (%)	0,06
	Résistance à la compression (kg/cm^2)	2700
	Los Angeles (%)	16

II.6.2. Le Gisement d'ADRAR NAHALET (Wilaya de Tamanrasset) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X= 665,128 km.

Y= 3960,207 km.

Le gisement est situé à 210 kilomètres environ à vol d'oiseau au NO de Silet, et dont l'accès se fait par piste.

a2) Géologie du gisement

Il s'agit d'un grand massif rhyolitique composé de gros blocs compacts, de taille métrique à plurimétrique, répartis sur une très grande surface. Ces sont des roches microgrenues, très dures, compactes, de couleur généralement sombre, dont les réserves sont importantes (superficie de 70 km^2 et une épaisseur variant de 1 à 3 mètres).

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont défavorables : isolement, absence d'eau et ligne électrique haute tension...

c) Caractéristiques géotechniques

Caractéristiques physico mécaniques	Poids volumique (t/m^3)	2,6 à 2,7
	P.S (t/m^3)	2,6
	Los Angeles (%)	18 à 19
	Porosité (%)	0,51
	A.E (%)	0,09
	Résistance à la compression (kg/cm^2)	2700

II.6.3. Le Gisement de ZITOUNA (Wilaya de Skikda) [CTTP, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 835,500 km

Y = 416,200 km

Le gisement se trouve à environ deux (02) kilomètres à vol d'oiseau au NO de la localité de Zitouna, et on y accède par le CW 132.

a2) Géologie du gisement

Le gisement est représenté par des rhyolites qui se trouvent au sein de formations du Précambrien. Ces roches sont de couleur gris clair, micacées, à cristaux de quartz. Elles représentent d'importantes réserves.

b) Conditions d'exploitation minière

Elles sont favorables.

II.7.4. Le site vierge d'OULED El BOR (Zemmouri, Wilaya de Boumerdes) [Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 552,285 km

Y = 4069,868 km

Situé à 2 kilomètres au sud du village Zemmouri, un gisement de 2 km² de surface est composé au centre par des épanchements volcaniques (pointement

rocheux) avec des altérations en surface.

a2) Géologie du site

Le site est composé par des rhyolites massives présentant des diaclases. A l'œil nu, on distingue les feldspaths et la biotite. La texture est hyaloporphyrique et la composition modale est :

Minéraux	Echantillon 1 (%)	Echantillon 2 (%)
Biotite	9,67	22,73
Quartz	1,26	0,19
Plagioclase	39,05	37,07
Verre volcanique	50	40

b) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Essais d'identification	Echantillon		Ech 1	Ech 2	moyenne
		Densité (g/cm ³)		2,38	2,45
Essais mécaniques	Los Angeles (%)		22,6	28,5	25,55
	Micro deval humide MDH (%)		12,4	24,4	18,4
	Micro deval sec MDS (%)		7,4	12,4	9,9
	Deval sec DS (%)		10,52	6,45	8,49
	Deval humide DH (%)		6,45	3,3	4,88
	Sensibilité à l'eau DH/DS (%)		0,61	0,51	0,56
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants		Valeurs (%)
	insolubles	92,14	Eau constitution		1,1
	Oxydes totaux	3,25	Bilan pondéral		99,17
	carbonates	2,63	Perte au feu		2,25
	sulfates	Traces	anhydride		1,15
	chlorures	0,05	/		/

II.7- LES RHYODACITES

II.7.1. Le site vierge d'AIN KSORI (Si Mustapha, Wilaya de Boumerdes) [Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 553,923 km.

Y = 4066,053 km.

Situé à environ 2 kilomètres au nord-ouest du village de Si Mustapha. Ce gisement est composé d'une masse rocheuse prolongée jusqu'au Djebel "Sidi Fredj".

a2) Géologie du site

La roche correspond à une rhyodacite massive de couleur grise blanchâtre à verdâtre. Ces teintes occupent respectivement la plus grande partie du massif et une petite partie de ce dernier. La texture est hyaloporphyrrique à porphyrique, avec des phénocristaux de quartz, de feldspaths et de biotite. La composition est donnée par le tableau suivant :

Minéraux	Echantillon n° 1 (%)	Echantillon n° 2 (%)
Biotite	12,35	34,46
Quartz	22,05	7,39
Plagioclase	10,58	8,13
Verre volcanique	35	50

b) Caractéristiques géotechniques

Essais d'identifications	Echantillon	Ech1	Ech2	moyenne
	Densité (g/cm ³)	2,6	2,65	2,62
Essais mécaniques	Los Angeles (%)	22,7	46,8	34,75
	Micro deval humide (%)	11,76	19,04	15,4
	Micro deval sec (%)	6,8	4,2	5,5
	Deval sec DS (%)	16,32	29	22,66
	Deval humide DH (%)	4,9	2,7	3,8
	Sensibilité à l'eau DH/DS (%)	0,72	6,9	3,81

II.7.2. Le site vierge de BOUKONFOR (Wilaya de Boumerdes)

[Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 551,074 km.

Y = 4066,316 km.

Situé à 1 kilomètre de la carrière de l'ENG et à 2 kilomètres au nord du village de Thenia, il présente des affleurements sous forme des pointements rocheux.

a2) Géologie du site

La roche est une rhyodacite massive très compacte. On note la présence de phénocristaux (feldspaths, biotite...). La roche présente une altération superficielle de couleur jaune. La texture est hyaloporphyrique à porphyrique, mais peut être microlitique. La composition modale est la suivante :

Minéraux	Echantillon 01 (%)	Echantillon 02 (%)
Biotite	13,54	17,71
Quartz	21,41	26,77
Plagioclase	5,03	5,51
Verre volcanique	60	50

b) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Essais d'identifications	Echantillon	ECH 1	ECH 2	moyenne
	Densité (g/cm ³)	2,57	2,66	2,61
Essais mécaniques	Los Angeles (%)	21	20,7	20,85
	Micro deval humide (%)	12,08	14	13,4
	Micro deval sec (%)	7,4	10	8,7
	Deval sec DS (%)	10,81	8	9,4
	Deval humide DH (%)	6,25	5,75	5,98
	Sensibilité à l'eau DH/DS (%)	0,75	0,71	0,63
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)	Composants	Valeurs (%)
	insolubles	92,26	Eau constitution	1,58
	Oxydes totaux	5,15	Bilan pondéral	99,88
	carbonates	0,85	Perte au feu	1,93
	sulfates	Traces	anhydride	0,38
chlorures	0,05	/		

II.7.3. Le site vierge de l'OUED BOUMERDES [Dahakoumiane et Nait Khaled, 2000]

a) Caractéristiques du gisement

a1) Situation géographique

X = 543,081 km.

Y = 4068,539 km.

Dans ce gisement, on trouve trois dykes situés à 400 mètres et un dyke à 150 mètres à l'amont de l'ancien pont (sortie EST de Boumerdes) sur les deux rives de l'oued composé respectivement par des granites pegmatoides. L'étude a été effectuée uniquement sur le dernier dyke, vue son extension.

a2) Géologie du site

Compacte et massive, la roche est une rhyodacite parfois diaclasée, présentant une altération superficielle. La texture est microlitique, porphyrique, ou hyaloporphyrrique, avec un pourcentage important de biotite. La composition modale est reprise dans le tableau ci-après :

Minéraux	Echantillon (1)	Echantillon (2)	Echantillon (3)
Biotite	44,27	30,67	32,57
Quartz	3,43	2,21	1,61
Plagioclase	2,29	2,11	0,8
Verre volcanique	50	65	65

b) Caractéristiques géotechniques et chimiques

Essais d'identification	Echantillon	Ech (1)	Ech (2)	Ech (3)	moyenne
	Densité (g/cm³)	2,17	2,39	2,223	2,26
Essais mécaniques	Los Angeles (%)	20,9	23,8	20,7	21,8
	Micro deval humide (%)	19	32,6	20	23,88
	Micro deval sec (%)	15,2	19	9,4	14,53
	Deval sec DS (%)	5,26	4,21	8,51	5,99
	Deval humide DH (%)	4,21	2,45	4	3,35
	Sensibilité à l'eau DH/DS (%)	0,8	0,58	0,47	1,7
Caractéristiques chimiques	Composants	Valeurs (%)		Composants	Valeurs (%)
	insolubles	93,02		Eau constitution	0,78
	Oxydes totaux	4,35		Bilan pondéral	100
	carbonates	1,75		Perte au feu	1,55
	sulfates	Traces		anhydride	0,77
	chlorures	0,01		/	

Chapitre III

DURETÉ RELATIVE GlobALE (DRG)

III- DURETE RELATIVE GLOBALE (DRG) [Alias J, 1984]

III.1. DEFINITION

La dureté d'un granulat de ballast s'exprime sous l'appellation « Dureté Relative Globale »(DRG). Un abaque permet la détermination, pour chaque échantillon prélevé, la valeur de cette DRG (Figure 1).

- Dans le cas du granite et l'andésite, la valeur de DRG est la plus faible des deux valeurs obtenues successivement à partir des couples de coefficients : (MDS, LA) puis (MDE, LA).
- Dans le cas des graves, la valeur de DRG est obtenue à partir du seul couple de coefficient (MDE, LA)

Où :

- MDS : Micro-Deval sec ;
- MDE : Micro-deval en présence d'eau ;
- LA : Los Angeles ;
- DRG : Dureté Relative Globale.

III.2. PRESENTATION DES RESULTATS

Les différents essais (Micro Deval Sec et humide ; Los Angeles) effectués sur les granulats provenant des carrières et des sites vierges que nous avons cités dans le chapitre précédent ont permis le calcul des DRG correspondantes à partir de l'abaque (figure1). Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau 1.

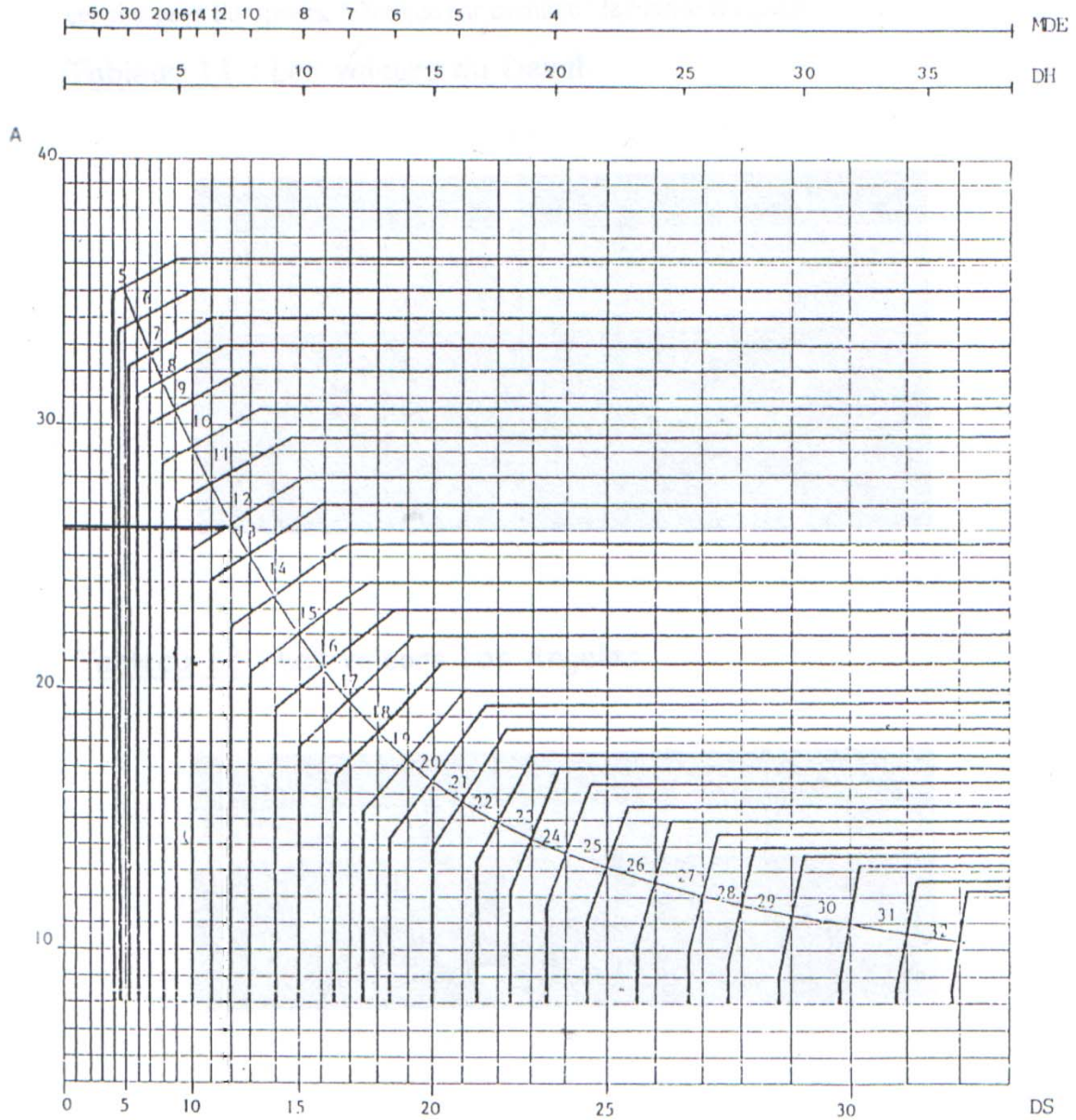


Figure1 : Abaque de dureté relative globale (DRG) (d'après J.Alias, 1984)

Roche	Carrière / Site	Los Angeles	MDE	MDS	DS	DRG
<i>Granite</i>	Ouled Kacem	23,9	/		25	15
<i>Granodiorite</i>	Carrière ENG	28	25	/	/	8
	Carrière EVSM	14	6,15	11,42	/	20
	Carrière EPTPA	41	15	/	/	Hors Abaque
	Carrière EGCB	25,95	16,35	11	/	11
<i>Rhyolite</i>	Site Ouled El Bor	25,55	18,4	9,9	/	11
<i>Rhyodocite</i>	Site Ain Ksori	34,75	15,4	5,5	/	6
	Site Boukonfor	20,85	13,4	8,7	/	13
	Site Oued Boumerdes	21,8	23,88	14,53	/	9

Tableau1 : récapitulation des résultats LA, MDE/MDS et DRG des échantillons étudiés

A titre comparatif, les tableaux 2 et 3 indiquent les valeurs du Deval sec et Los Angeles utilisées par certains pays européens et l'Algérie pour les granulats de ballast.

Pays	Valeurs normatives du Deval Sec
Algérie	D > 9
France	D > 14 pour les roches dures
	D > 12 pour les roches carbonatées
Italie	D > 18 très bon
	12 – 18 bons
	7- 12 moyens
	D < 7 non acceptable

Tableau 2: Valeurs du Deval Sec adoptées par certains pays [Aissat F, 2000]

pays	Essai Los Angeles
Algérie	LA < 34
France	LA < 25
Canadian national railways	LA < 20
Southern Pacific Transportation Company (Canada)	LA < 25

Tableau 3: Valeurs de Los Angeles admises par certains pays [Fattah A. et Ghemmour A., 2003]

Roche	Carrière / site	Los Angeles			Deval Sec (DS)			DRG	
		Valeur	NA	NF	Valeur	NA	NF	Valeur	NE
<i>Granite</i>	Ouled Kacem	23,9	A _C	A _C	/	/	/	15	Bonne
<i>Granodiorite</i>	Carrière ENG	28	A _C	NA _C	/	/	/	8	Médiocre
	Carrière EVSM	14	A _C	A _C	/	/	/	20	bonne
	Carrière EPTPA	41	NA _C	NA _C	/	/	/	HA	/
	Carrière EGCB	25,95	A _C	NA _C	12,5	A _C	A _C	11	Médiocre
<i>Rhyolite</i>	Site Ouled El Bor	25,55	A _C	NA _C	8,49	NA _C	NA _C	11	Médiocre
<i>Rhyodocite</i>	Site Ain Ksori	34,75	NA _C	NA _C	22,66	A _C	A _C	6	Médiocre
	Site Boukonfor	20,85	A _C	A _C	9,4	A _C	NA _C	13	Médiocre
	Site Oued Boumerdes	21,8	A _C	A _C	05,99	NA _C	NA _C	9	Médiocre

Tableau 4: Comparaison entre les valeurs LA, DS et DRG par rapport aux normes algérienne (NA), française (NF) et européenne (NE).

A_C : Acceptable;

NA_C : Non acceptable ;

HA : Hors Abaque.

La norme européenne acceptable de la DRG leur lorsqu'elle est supérieur à la valeur 14 (**DRG > 14**)

CONCLUSION GÉNÉRALE

Parmi les carrières et les sites que nous avons cités, nous constatons malheureusement dans plusieurs cas l'absence des deux essais (LA et MDE/MDS) ou l'un deux. Ce qui n'a pas permis de calculer la DRG des échantillons étudiés.

Là, où ces essais existent, nous avons pu avoir soit des valeurs chiffrées de la DRG ou bien absence de valeurs (hors abaque) (tableau 1).

Dans le tableau 4, une comparaison a été effectuée entre les mesures de LA, Deval Sec et DRG obtenues et celles des normes algérienne, française et européenne. Cette comparaison nous a conduit à constater que certaines de ces roches magmatiques acides donnent des valeurs acceptables aussi bien par rapport aux normes algériennes que françaises.

Concernant la DRG, nous avons des valeurs qui peuvent être considérées comme bonnes par rapport aux normes européennes.

Néanmoins, ce travail correspond à une phase préliminaire dans l'étude des roches acides algériennes pour son utilisation dans le ballastage des chemins de fer.

Une étude plus précise sur ce type de roches est indispensable pour l'amélioration de la qualité du ballast, étant donné que ces roches :

- ❖ donnent des valeurs de DRG intéressantes ;
- ❖ sont de natures variées (granite, granodiorite, rhyodacite...) et se trouvent presque à travers tout le territoire algérien.

Bibliographie

- **Abd Eladim K. et Medini W. (1993)**

« Contribution à l'étude géologique et géotechnique des gisements des roches volcaniques dans la région Ouest Algéroise ». Mémoire d'ingénieur 1993 (USTHB).

- **Aissat F. (2000)**

« Propriétés géologiques du ballast utilisé pour les chemins de fer Algériens ». Mémoire d'ingénieur 2000 (ENP).

- **Alias J. (1984)**

« La voie ferrée ». Edition EYROLLES.

- **CTTP. (2000)**

« Rapport de présentation de fiches techniques ». ACTION 05 : localisation de gîtes potentiels. 2000

- **Dahakoumiane R. et Ouelhadj Nait K. (2000)**

« Synthèse des études géologiques et géotechniques réalisées sur les granulats dans la région d'Alger, établissement d'un SIG ». Mémoire d'ingénieur 2000 (USTHB).

- **ENG (1993)**

« 1^{eres} journées nationales sur les granulats, 1993 ».

- **Fattah A. et Ghemmour A. (2003)**

« Influence des caractéristiques géomécaniques et pétrographiques sur la qualité d'un ballast ». Mémoire d'ingénieur 2002/2003 (ENP).

- **Fiche Technique des Matériaux (2004)**

« Carrière d'agrégats BOUZEKRI RABAH Ouled Kacem EL MILIA ». LTPE 2004

- **Hadji N. et Drif A. (2005)**

« Influence des granulats sur les qualités de béton ». Mémoire d'ingénieur 2005 (ENP).

- **Marzougui M. (1994)**

« Exploitation du gisement de calcaire de Djebel A Baid ». Mémoire d'ingénieur 1994 (ENP).

- **Pomanovsky S.A et Dernuc (1990).**

« Rapport final de recherche de granite de revêtement de FILFILA ». ORGM 1990.