

IDENTIFICATION DU MATERIAU PEGMATITE DE LA RÉGION DE KABYLIE

B.MELBOUCI
Université de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences
de l'ingénieur

RÉSUMÉ

Les innombrables travaux routiers et de construction menés en Algérie nécessitent de grandes quantités de granulats. Ces derniers sont souvent extraits de sablières ou de carrières de roches massives. La gestion irrationnelle des sablières, l'extraction abusive et incontrôlée des sables et graviers et la baisse de pluviométrie de ces dernières décennies sont les conséquences du manque flagrant du matériau (sables et graviers). Dans le souci d'y remédier à ce manque, notre étude va consister à identifier la nature et les caractéristiques physico-mécaniques de ce nouveau matériau pegmatite.

MOTS CLÉS

granulat • carrière •
 matériau • pegmatite •
 essais.

1. Généralité sur le matériau pegmatite

L'existence des pegmatites dans la région est signalée pour la première fois par Ficheur en 1899 [3]. L'étude détaillée de ces pegmatites du socle de grande Kabylie n'est entreprise qu'en 1951 par Thiebaut [7]. Il lie le mode de mise en place de ces pegmatites à une phase métastatique postérieure au métamorphisme.

D'après Brossière et Gromov en 1973 [1], le massif ancien de grande Kabylie est constitué d'un socle gneissique fortement métamorphique et d'une couverture schisteuse épimétamorphique, les pegmatites sont alors situées de façon préférentielle à la limite entre le socle et sa couverture schisteuse.

La pegmatite est ainsi définie comme étant une roche intrusive, magmatique, silicatée dont les cristaux automorphisés sont de grande taille. Sa genèse, ayant des compositions identiques à celles des granits, a intéressé de nombreux chercheurs et dièrses théories ont été énoncées. Jahns [7] analyse ces théories qui attribuent la formation des pegmatites à des phénomènes d'injection, de ségrégation, de recristallisation, de substitution ou à des combinaisons de quelques uns de ces processus. Elle se présente soit en filons, soit en masses ovoïdes montrant souvent une structure zonée. Les principaux gisements dans la région de (Mekla, Larbaa-nath-irathen) sont essentiellement situés à :

- Aboudid (à 500m de Larbaa-nath-irathen)
- Tablabalt (à 2 Km de Larbaa-nath-irathen)
- Taguemount N'Cherif (à 2 Km du chef lieu d'Aït oumalou)
- Tizi ali (à proximité du village d'Ath khir commune de Mekla).

D'autres gisements aussi importants que ceux cités ci dessus existent dans la région ; nous en citerons par exemple : celui de Draâ El Mizan de Tizi-Ouzou, de Oued Ksari, de Sidi Ali Bounab de Tizi nterga. etc...

Ces pegmatites sont de loin les plus abondantes et affleurent beaucoup plus largement dans le massif de Mekla que dans le massif de Larbaâ nath-irathen. Leur puissance moyenne oscille de 10 à 50 m, leur longueur peut atteindre plusieurs

centaines de mètres. Certains filons de l'Oued Sebaou ont été suivi jusqu'à 100m de profondeur suivant le pendage. A Tizi-Ali, leur puissance varie des filonnets centimétriques à des dômes hectométriques. Ce gisement est d'ailleurs exploité en partie par les villageois pour la construction de leurs maisonnettes.

Le critère de distribution de pegmatites granitiques repose sur la profondeur de leur formation. Selon ce critère, on distingue quatre types :

- pegmatites à terre rares ;
- pegmatites à micas ;
- pegmatites à métaux rares ;
- pegmatites de grandes profondeurs.

Les pegmatites utilisées dans notre étude, peuvent être attribuées au deuxième type. En effet les pegmatites à micas décrites par les différents chercheurs [5] présentent la composition minéralogique suivante : quartz, feldspath, micas, grenat et tourmaline. Elles sont caractérisées par leur teinte leucocrate et leur structure équante et graphique.

2. Identification de la pegmatite

L'aspect du matériau pegmatite est très hétérogène. Il se caractérise par une couleur blanchâtre moucheté de gris. Les cristaux sont visibles à l'œil nu, cependant aucune fissuration n'est observable à l'état rocheux.

Pour nos essais, les caractéristiques importantes liées à la forme des grains sont la pétrographie et la granulométrie initiale.

Cependant, on peut constater que la pegmatite concassée peut être classée, d'après la classification de Krumbein W.C. en 1941, au degré le plus élevé de 0.1 et comme un matériau très anguleux.

• Origine des échantillons

Le matériau pegmatite a été prélevé dans la région de Taguemount-n-Cherif à 2 Km du chef lieu de la commune d'Aït-Oumalou et à 30 Km au Nord-Est de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Ce site est prêt de Tizi-Rached et les caractéristiques de ces pegmatites sont similaires à celles de Djemââ-Saharidj et de Larbaâ-Nath-Irathen.

	Minéraux Echantillons	Quartz (%)	Albite (%)	Microline (%)	Muscovite (%)	Autres minéraux accessoires
CRD de Boumerdes	Echantillons 1	71.4	16.7	1.9	9	0.8
	Echantillons 2	64.85	21.81	1.2	11.27	0.87
Université Nancy 1	Echantillons 2	60.79	27.73	3.13	6.26	2.08
	Echantillons 3	64.34	20.06	—	15.60	—

Tableau 1 : minéralogie des échantillons étudiés

• Etude pétrographique

L'analyse minéralogique par diffraction aux rayons X (analyse quantitative) a été réalisée sur nos échantillons au laboratoire de minéralogie de l'université de Nancy 1 (France). Les résultats ont été confirmés au niveau du centre de recherche et du développement de Boumerdes (Algérie). En effet, le minéral dominant est le Quartz, et les minéraux accessoires sont : l'albite (feldspath), muscovite et microline. Les différents obtenus sont regroupés dans le tableau 1.

• Forme des grains :

- Le quartz : de couleur blanc laiteux, se présente en phénocristaux. Il est de forme et de taille variable et présentant souvent une structure en mosaïque.
- Le feldspath (l'albite) : se présente sous forme de cristaux translucides de teinte blanchâtre.
- Les micas (Muscovite) : se présente sous forme d'un empilement de paillettes brillantes.
- Tourmaline : se présente sous forme de prismes striés de couleur noire.

2.1 Analyse granulométrique

Cette analyse est faite à sec à l'aide d'un vibrotamis. Les résultats sont présentés sous forme de courbe granulométrique où le pourcentage des tamisats cumulés en fonction des mailles des tamis utilisés est représenté. On en déduit ainsi les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	résultats
module de finesse	4.37
coef. D'uniformité	4.17
coef. De courbure	1.13

Tableau 2 : caractéristiques déduites de la courbe granulométrique

• Module de finesse : il est obtenu sur une classe granulaire 0/5. C'est un coefficient caractéristique qui a une influence sur l'ouvrabilité des bétons. Les études récentes indiquent qu'un module de finesse de 2.5 est satisfaisant pour les qualités essentielles des bétons.

- Coefficient d'uniformité : il caractérise la pente de la courbe granulométrique.
- Coefficient de courbure : il traduit la forme plus ou moins régulière de la courbe.

2.2 Essai d'équivalent de sable

Lorsque les sols contiennent très peu de particules fines, les limites d'Atterberg ne sont pas mesurables. Pour déceler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai d'équivalent de sable. Si l'équivalent de sable est égal à 100, le matériau correspond à un sol qui ne contient ni argile, ni limon. L'équivalent de sable tombe très rapidement dès qu'il y'a un faible pourcentage de limon et d'argile dans le sol pulvérulent.

Dans notre étude, une valeur moyenne a été obtenue sur une série de trois essais, égale à 68.33. Le matériau étudié est donc non plastique et il contient une faible fraction de fines (feldspath).

• Caractéristiques physiques : Les valeurs de γ_s , γ_d , γ_h , W, e, n, S_r obtenues sont regroupées dans le tableau 3.

caract.	w%	γ_s g/cm ³	γ_d g/cm ³	γ_h g/cm ³	e%	n%	S_r %
Classe granulo. 0-6	17.05	2.67	1.785	2.09	49.57	33.14	91.98

2.3 Essai proctor

L'essai proctor est normalisé et adapté aux impératifs du domaine routier. On distingue deux types d'essai ; l'essai proctor normal et l'essai proctor modifié. Le tableau 4 rassemble les principales caractéristiques de ces deux essais :

Essais caractéristique	Proctor normal	Proctor modifié
$\gamma_{d,max}$ [g/cm ³]	1.78	2
w_{opt} %	7.78	9.62

2.4 Essai CBR

Le but de cet essai est d'évaluer la portance d'un sol compacté, pour réaliser des pistes ou des routes. L'essai consiste en une comparaison entre un sol type et le sol à étudier. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 5.

Caractéristique Enfoncement (mm)	Indice CBR	Gonflement (mm)
2.5	9.63	0
5	38.98	0

2.5 Résultats obtenus

Les résultats d'analyse pétrographique ont montré que le minéral le plus abondant est le quartz avec un pourcentage assez élevé. Le feldspath

Tableau 3 : Caractéristiques physiques du matériau pegmatite.

Tableau 4 : Caractéristiques de l'essai proctor.

Tableau 5 : Caractéristiques de l'essai CBR.

Essai matériau classe granulaire	Micro Deval		Los Angeles	
	Matériau saint	Matériau altéré	Matériau saint	Matériau altéré
4 - 6.3	45%	79%	43%	64%
6.3 - 10	44%	77%	39%	60%
10 - 14	32%	48%	28%	45%

Tableau 6 : Résultats des essais
Micro Deval et Los Angeles

BIBLIOGRAPHIE

[1] G. Bossiere et A. Gromov : "Morphologie et mode de mise en place des corps pegmatitiques du massif cristallophyllien de grande Kabylie". Algérie, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. t.64, fasc 3 et 4, 1973, Alger.

[2] G. Bossiere et A. Gromov : "Note préliminaire sur les pegmatites du massif cristallophyllien de grande Kabylie". Algérie, aspect pétrographique et inclusions fluides. Pub. Serv. Geol. (Nlle série) - Bull. N°45 - 1972 pp 99 - 111, Algérie.

[3] E. Ficheur : "La Kabylie du Djurdura Mat. Pour la carte géologique". Algérie, 2ème série. N°1, 1891, Alger.

[4] R. Gani : "Etude pétrostructurale des massifs cristallins de Iarbaâ nath irathen et de Djemâa-saharidj". (grande Kabylie, Algérie. Mémoire de Magister, USTHB 1988, Algérie.

[5] A. Guinsbourg et G.G. Rodionov : "On the depth of formation of granitic pegmatites". Rundnykh Mestoroghd. pp. 45.54, 1960, Russian.

[6] R. Hotlitz et W. Kovacs : "Introduction à la géotechnique". Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal 1981.

dans ce matériau est présent sous la catégorie d'albite.

Le coefficient d'uniformité est supérieure à 2, le matériau pegmatite présente donc une granulométrie étendue avec une faible présence de particules fines. En outre les courbes proctor sont pratiquement aplaties, le matériau est donc très peu sensible à l'eau. Les résultats du CBR par ailleurs montrent que la pegmatite a une portance très favorable et un gonflement nul.

3. Etude des propriétés mécaniques

Le présent document se propose ensuite de présenter succinctement les différents essais de laboratoire :

- essais de granulats ;
- essais de cisaillement.

afin de bien connaître le comportement mécanique du matériau pegmatite.

3.1 Essais de granulats

- Essais Micro Deval (MDE)

Ces essais sont effectués sur les classes granulaires 4-6.3 ; 6.3-10 ; 10-14mm et suivant la norme NFP 18-572 qui définit le mode opératoire pour la mesure de la résistance à l'usure d'un échantillon de granulat. Les résultats de cette étude sont regroupés dans le tableau 6. Ce dernier montre que le coefficient Micro-Deval du matériau saint est inférieur à 45 pour les trois classes granulaires, donc il peut être utilisé pour les couches de forme.

- Essais Los Angeles

Le but de ces essais effectués suivant la norme NFP 18-573 est de mesurer la résistance à la fragmentation des éléments de granulats par la mesure de la quantité d'éléments inférieure à 1.6 mm, produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angeles. Les valeurs de Los Angeles sont portées dans le tableau 6. Ce dernier que le coefficient Los Angeles du matériau saint est inférieur à 45 pour les trois classes granulaires, donc il peut aussi être utilisé pour les couches de forme.

- Essai de fragmentabilité

Cet essai permet de mesurer la sensibilité d'un matériau rocheux à se fragmenter sous la sollicitation des engins de terrassement. La norme NF P94 66 prévoit que si le coefficient de fragmentabilité «FR» est supérieure à 7, donc le matériau est fragmentable. Le matériau pegmatite est fragmentable car FR = 30. (Figure 1).

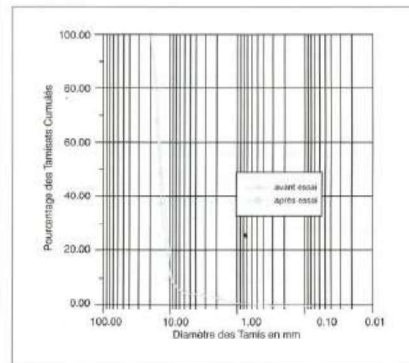


Figure 1 : Essai de fragmentabilité

- Essai de dégradabilité

Cet essai permet d'apprécier les potentialités d'un matériau à évaluer après sa mise en œuvre sous l'action des cycles (immersion-séchage). Le résultat obtenu est de «1.11». La norme NFP 18-576 prévoit que si le coefficient de dégradabilité est inférieur à 5 alors, on est en présence d'un matériau peu dégradable. (Figure 2).

- Essai de friabilité des sables

Cet essai permet d'apprécier la résistance à la fragmentation des sables. La norme NFP 18-576 prévoit que plus la valeur du coefficient de friabilité est élevée (>60), plus le matériau est friable sous trafic. Les valeurs obtenues à sec «32.34» et en présence d'eau «31.1» sont inférieures à 60 ; donc notre matériau est peu friable.

3.2 Essai de cisaillement direct

L'essai réalisé à la boîte de Casagrande est du type non consolidé non drainé. Trois types d'éprouvettes ont été confectionnées aux états lâches, dense à l'optimum proctor et humide. Les courbes efforts déformations obtenus ne présentaient pas de pics mais un palier. Les ca-

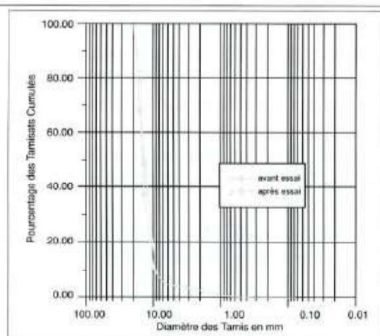


Figure 2 : Essai de dégradabilité

caractéristiques C et ϕ déduites des courbes intrinsèques varient en fonction de l'état de l'éprouvette et sont regroupées dans le tableau 7.

Etat de compacité caractéristiques	Etats lâche	Etat dense	Etat humide
C (bars)	0.1	0.3	0.2
ϕ (degré)	28	33.5	26

Tableau 7 : caractéristiques déduites de l'essai de cisaillement à la boîte de casagrande aux états lâche dense et humide.

On constate que les valeurs des angles de frottement interne sont très proches de celles

obtenues avec l'essai triaxial [8] et la valeur la plus élevée de ϕ est obtenue pour le matériau dense.

Ceci est due sans doute au caractère fortement anguleux des grains, créant un fort enchevêtrement des grains.

En outre, les angles de frottement interne de la pegmatite humide sont inférieurs à ceux de la pegmatite sèche, ce qui est le cas pour les sables où il a été démontré par Holtz [6] que les sables humides ont une valeur de frottement interne de quelques degrés plus faibles que les sables secs.

4. Conclusion

Le matériau ainsi étudié est une pegmatite à micas avec pourcentage assez important de quartz. Les résultats obtenus à partir des différents essais testés, nous permettent de classer ce matériau comme un matériau non sensible à l'eau et dont les caractéristiques obtenues à partir des essais de granulats montrent que la pegmatite est un matériau peu friable, peu dégradable et qui peut être utilisé pour couche de forme si ce dernier est utilisé à l'état sain.

Concernant les caractéristiques de cisaillement, la pegmatite présente une très faible cohésion et un angle de frottement interne assez proche de celui des sables ■

◆◆◆

[7] RH. Jahns : "The genesis of pegmatite (II) : quantitative analysis of lithium-bearing pegmatite, more, country". *New Mexico Amer. Mineral.* 38, pp1078-1112. *The study of pegmatites. Econ-Geol., 50th Anniv. 1955 pp 1025-1130.*

[8] B. Melbouci : "Etude du comportement de la pegmatite de Kabylie au triaxial". *Note interne- Institut de Génie Civil Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 1999.*

[9] ME. Sun. KIM : "Etude expérimentale du comportement mécanique des matériaux granulaires sous fortes contraintes". *Thèse de doctorat de l'Ecole Centrale de Paris. Décembre 1995.*

[10] J. Thiebaut : "Etude géologique des terrains métamorphiques de la grande Kabylie. (5ème Série) N°6, 1 carte, 1981.