

## Etude pétrographique et géotechnique des granites de Tissalatine et leurs arènes: cas de Djanet (sud-est algérien)

B. AISSANI <sup>(1)\*</sup>, M. HACINI <sup>(2)</sup>, M. DJIDEL <sup>(3)</sup> et A. ZEDDOURI <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> *Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah Ouargla, BP 511 Ouargla 30000, Algérie.*

<sup>(2)</sup> *Laboratoire de Biogéochimie des Milieux Désertiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, BP 511 Ouargla 30000, Algérie.*

<sup>(3)</sup> *Laboratoire de Bio-Ressources Sahariennes: Préservation et Valorisation, Université Kasdi Merbah Ouargla, BP 511 Ouargla 30000, Algérie.*

\**Email* : [aissanibelkacem@hotmail.com](mailto:aissanibelkacem@hotmail.com)

### Résumé :

Le présent travail portera sur les granites de la région de Tissalatine, située à 10km au nord-nuest de la ville de Djanet. Cette région est caractérisée par la présence de deux types de granites : les granites pharusiens et les granites post-tectoniques.

Les arènes granitiques sont le produit de l'altération des granites, exposées aux conditions de surface par les températures, les eaux et les vents, qui vont transformer les micas et les feldspaths en particules d'argile.

Ce travail vise essentiellement à la détermination des caractéristiques pétrographiques, granulométriques et géotechniques des matériaux granitiques et de tirer des conclusions sur leur utilité pour les infrastructures de base (axes routiers, pistes d'atterrissage et les aérogares).

L'analyse pétrographique a montré que le granite étudié est de type granite, à gros cristaux de plagioclases, de couleur claire, rosâtre, ayant une composition minéralogique de 30% de quartz, 15% de biotite, 20% de feldspath, 30% de plagioclase et 5% d'autres minéraux.

L'arène granitique est classée d'après les analyses géotechniques dans la catégorie (B), de la famille des sols sableux ou graveleux, avec la présence des fines, ayant des caractéristiques de compactage et de résistance à la compression acceptable.

Du point de vue géotechnique, ces matériaux sont favorables pour la réalisation des couches de remblais (terrassements), des couches de fondation et des couches de base.

Selon les résultats granulométriques des granites, le Micro-Deval et l'essai de Los Angeles, l'utilisation de ces granulats dans le domaine des infrastructures routières sont favorables.

**Mots clés :** Granite, Arène granitique, Granulométrie, Micro Deval, Los Angeles, Djanet.

### Abstract:

This work will focus on the granites of Tissalatine region, located 10km northwest of the City of Djanet. This region is characterized by the presence of two types of granites: Pharusian granites and post-tectonic granites.

The granitic sand is the product of weathering of granite, exposed to surface conditions by temperature, water and wind, will transform the mica and feldspar in the clay particles.

This work is to determine the petrographic, granulometric and geotechnical characteristics of granitic materials and draw conclusions about their utility for purposes of development of basis infrastructure (roads, runways and terminals).

Petrographic analysis showed that the granite is studied type granite with large crystals of plagioclase light-colored, pinkish, with a mineral composition of 30% quartz, 15% biotite, 20% feldspar, 30% plagioclase and 5% other minerals. The granitic sand is graded according to the analysis in the geotechnical category (B), family of sandy or gravelly soils with the presence of fines, with compaction characteristics and resistance to compression acceptable.

From a geotechnical stand point, these materials are favorable for the realization of the layers of fill (embankments), layers and layers of foundation bases.

According to the results of granulometric granites, the Micro-Deval and Los Angeles test, the use of these aggregates in road infrastructure are favorable.

**Key words:** Granite, granitic sand, granulometric, micro-Deval, Los Angeles, Djanet.

## 1. Introduction

La géologie du Sahara algérien représente un patrimoine minéral important connu par sa richesse et sa diversité, représentant un patrimoine universel. L'étude et la connaissance de la géologie du Sahara représentent un intérêt scientifique et économique pour l'Algérie.

Le Hoggar constitue la partie centrale du bouclier Targui, qui se prolonge au sud-ouest par l'Adrar des Iforas Mali et au sud-est par l'Air Niger. Les affleurements représentent une grande diversité des roches précambriennes. La couverture représentée par une discordance, qui est formée par des grès ordoviciens, les Tassili. Elle ne se présente que dans les parties nord et sud.

La structure actuelle est issue essentiellement de l'orogénèse panafricaine 750-525Ma. Elle se termine par un intérêt métallogénique majeur, c'est la formation des roches post-orogéniques, d'affinité alcaline. Les granites de Taourirt sont déposés en place en période de régime de transgression – transtension, plus ou moins contemporains de la pénéplanation et du développement des bassins molassiques intracontinentaux, contrôlés par les failles. [1]

Le socle de l'Ahaggar est une chaîne d'âge protérozoïque supérieur ou paléozoïque, qui se prolonge sur une surface de près de 500 000 km<sup>2</sup>. Ce socle est le résultat de la fermeture d'un très vieil océan, d'âge protérozoïque, du à la collision de deux blocs continentaux. Ces derniers sont d'âge antérieur à 1 milliard d'années, un à l'ouest, le craton ouest africain, et l'autre, appelé métacraton, à l'est, moins clairement défini. Le Hoggar est représenté de quelques reliques de roches océaniques le long de la surface, avec le craton ouest africain qui en témoignent [2].

Dans la structure des ensembles du Hoggar, connue depuis les travaux de Lelubre [3], le Hoggar est subdivisé en trois domaines limité par les deux accidents majeurs de 4°50 et de 8°30, c'est le Hoggar occidental, Central et Oriental [4].

Le Hoggar occidental est composé de deux branches pharusiennes Néoprotérozoïques, séparées par le mole granitique d'In Ouzzal, d'âge Archéen, longeant l'accident 2°30.

Le Hoggar central polycyclique est représenté par une dominance de terrains paléozoïques, séparé à l'est du mole Issalane par l'accident 8°30. Le Hoggar Oriental est situé à l'est du 8°30, représenté par la dominance de formation Volcano-plutoniques. Il est d'âge Néoprotérozoïque, constituant une partie du craton est saharien [5]. Les résultats obtenus ces dernières années suite aux difficultés à établir des corrélations entre les différentes régions ont amené les auteurs à revoir le modèle géodynamique de la région et à introduire la notion de Terrane [6]. Ce modèle est représenté par 23 Terranes, déplacés le long des grandes zones de cisaillement ou megashear zones.

Le nouveau concept a montré que ces différents terranes se sont formés dans un même environnement paléogéodynamique pendant l'orogénèse panafricaine entre 750 et 550Ma.

Parmi les 23 Terranes du Hoggar, le Hoggar oriental est situé à environ 1000km à l'est de la zone de structure qui résulte de la collision vers 600Ma entre le craton ouest africain et le bouclier Touareg. Il englobe quatre (04) terranes (Barghot, Aouzegueur, Edembo et Djanet), formant un bloc qui était considéré comme non affecté par cette collision et cratonisé à 730Ma [7]. Ces terranes ont été ensuite identifiés et rattachés au craton est saharien [8].

Ce modèle reposait essentiellement sur le terrane d'Aouzegueur, les deux Terranes orientaux de Djanet et d'Edembo sont encore mal connus. Ces deux derniers terranes ont connu une évolution contrastée. D'après les nouvelles datations U-Pb sur Zr réalisées sur leurs différents ensembles, montre que le Hoggar oriental n'a pas été stabilisé à 730Ma mais à subi la phase panafricaine tardive vers 575Ma [9].

La région de Tissalatine est située à 10 km au nord-ouest de la ville de Djanet, dont les coordonnées géographiques sont représentées comme suit : 24°39'34 7 ''N et 9°25'17 3 ''E (fig.01).

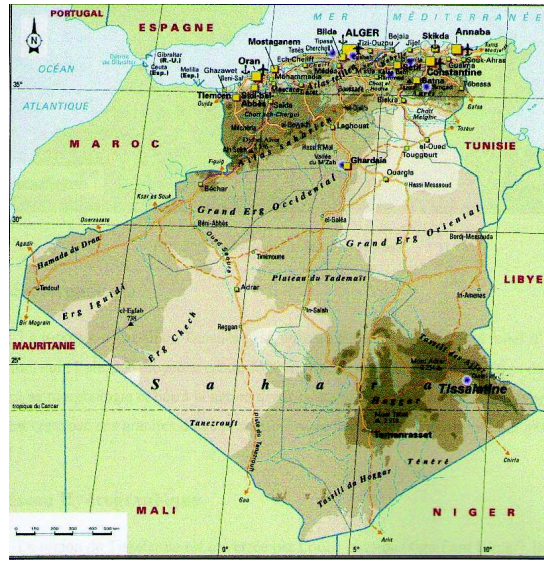


Fig 01. Carte de situation de la zone d'étude (Sonatrach, 2007)

Les affleurements des granites de Tissalatine sont de types syntectonique et post-tectonique (fig.02).



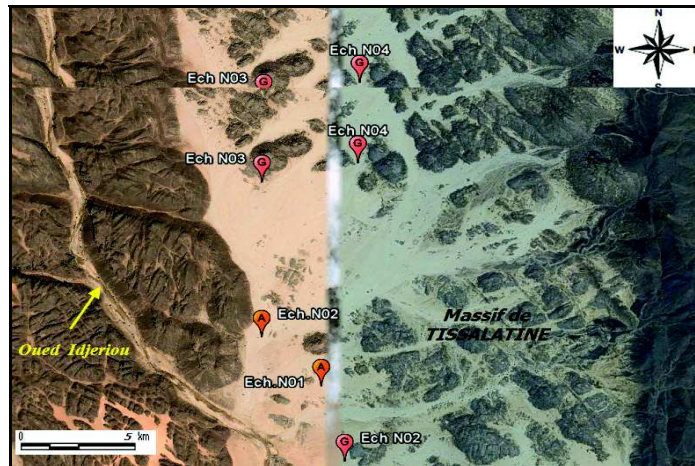
Fig 02. Photo montrant les affleurements des granites de Tissalatine

**2. Matériels et méthodes**

En vue de la réalisation de ce travail et pour pouvoir atteindre les objectifs, on doit suivre la procédure suivante : réaliser une synthèse bibliographique, relative à la géologie du Hoggar. Les travaux de terrain sont réalisés à partir d'une carte d'échantillonnage et aussi les prélèvements des échantillons d'apparence, les plus frais possibles, qui servent à leur tour à la confection des lames minces, des sections polies et aussi les essais géotechniques. Les travaux de laboratoire consistent en la description des lames minces pour la détermination des caractéristiques pétrographiques. D'abord, une étude géologique régionale basée sur la documentation préexistante, et enfin une étude géotechnique qui consiste à réaliser des essais d'identification et des essais mécaniques au laboratoire sur les échantillons prélevés, et aussi effectuer des analyses chimiques.

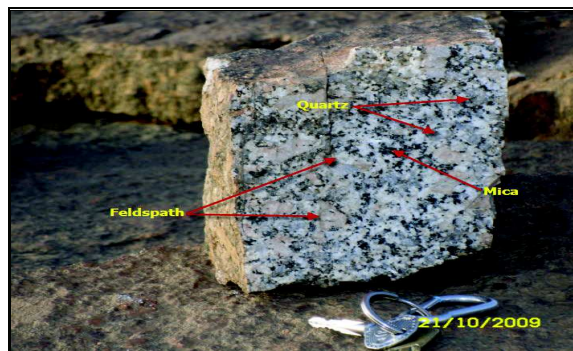
**3. Résultats et discussions**

Les échantillons de granite post-tectonique sont représentés et positionnés sur le schéma de l'image satellitaire (fig.03).



**Fig 03. Image satellite montrant les échantillons prélevés sur le terrain (A- arène granitique, G-granite)**

La description macroscopique des échantillons montre que les granites sont des roches grenues, de couleur grise à rosâtre. Ils présentent une structure massive à grain grossier, riches en feldspath, en biotite et en quartz (fig.04).

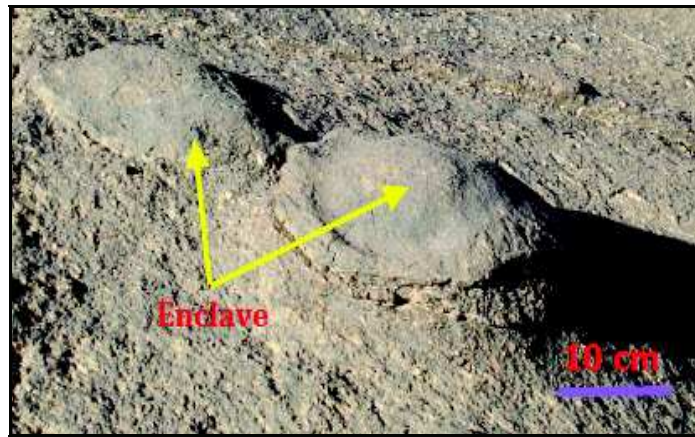


**Fig 04. Vue macroscopique du granite post-tectonique**

Les affleurements des granites de Tissalatine sont de types syntectonique et post-tectonique (fig.02).

Les granites de la région de Tissalatine contiennent des enclaves peu altérées, se présentant en inclusions centimétriques sub-arrondies.

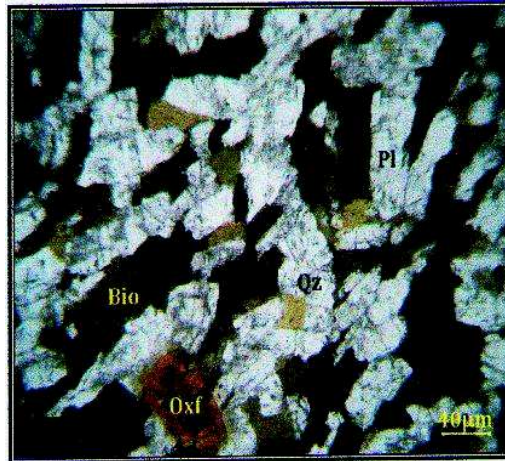
A l'aide d'une loupe, on voit que les enclaves sont constituées de mégacristaux de quartz, enrobés dans les granites et sont associées avec les oxydes de fer, de nature basique (fig.05).



**Fig 05. Les enclaves dans les granites**

L'observation macroscopique des granites de la région de Tissalatine montre qu'ils contiennent des enclaves altérées, se présentant en inclusions centimétriques sub-arrondies

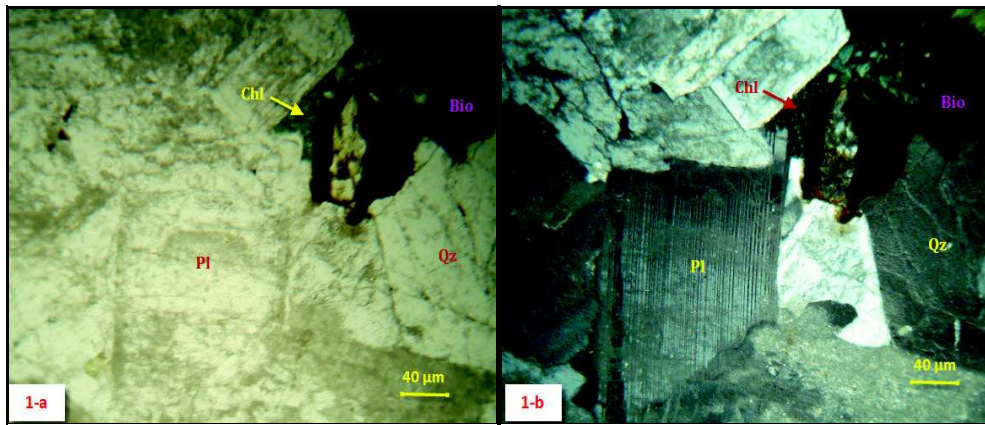
L'analyse microscopique des granites à enclaves montre qu'ils sont constitués de quartz, de biotite, de plagioclase et des oxydes de fer, de nature basique.



**Fig 06. Photo montrant une texture microgrenue de l'enclave (en LPNA)**

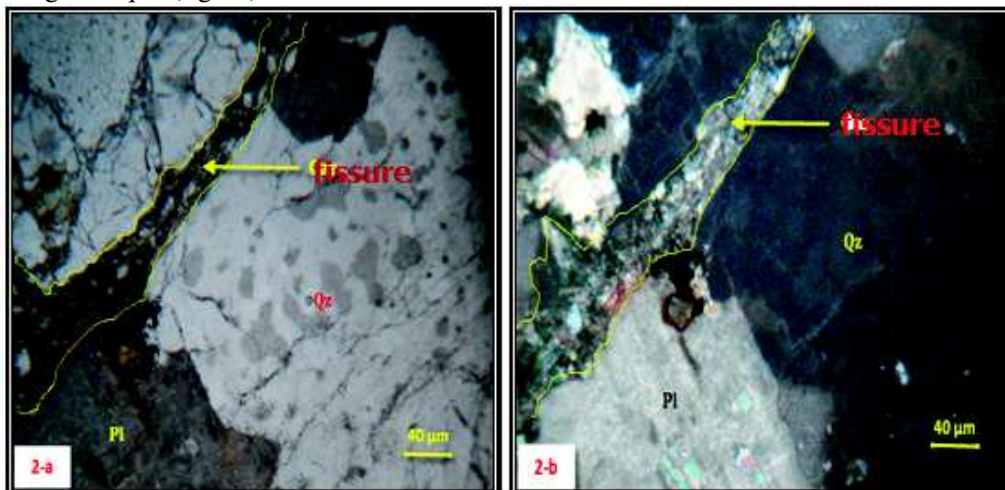
L'observation microscopique des lames minces montre que les roches sont altérées, et présentent une texture grenue, caractérisée par la présence de phénocristaux de feldspath, de quartz et de biotite. Les granites de Tissalatine sont représentés par les minéraux essentiels, les quartz, les plagioclases, les orthoses, les biotites, les minéraux accessoires, les zircons ; et les minéraux opaques sont représentés par la magnétite. Les minéraux secondaires sont représentés par l'oxyde de fer, la séricite et la chlorite.

L'observation microscopique des lames minces montre que la roche est peu altérée et présente une texture grenue, caractérisée par la présence de phénocristaux de feldspath, de quartz et de biotite (fig.07).



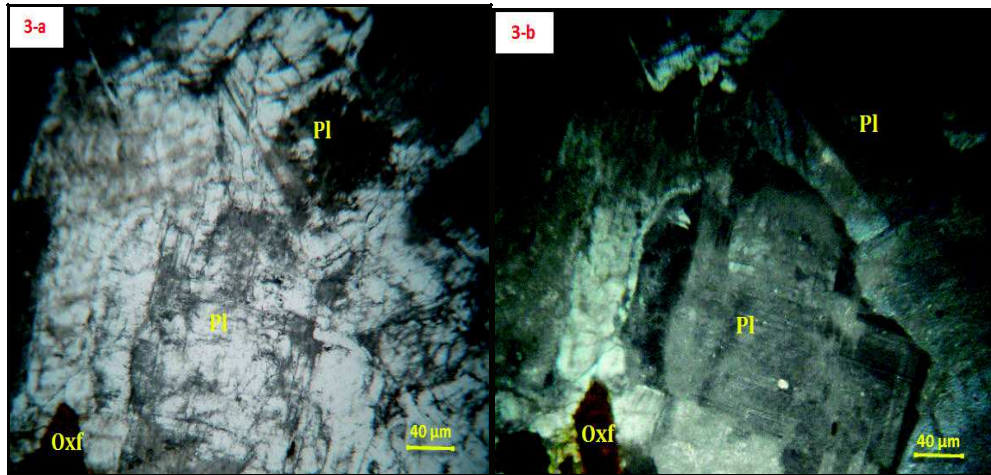
**Fig 07. Photos montrant la texture grenue des granites de Tissalatine (Quartz (Qz), biotite (Bio), plagioclase (Pl) et chlorite (chl). (1-a : en LPNA et 1-b : en LPA)**

Le quartz est l'élément essentiel, constituant 30% de la roche granitique et il est représenté par des formes xénomorphes, de tailles variables, de 5 à 10mm. Des fissures tardives de quelques millimètres ou centimètres sont remplies par de petits cristaux de quartz subautomorphe, recoupant la roche granitique (fig.08).



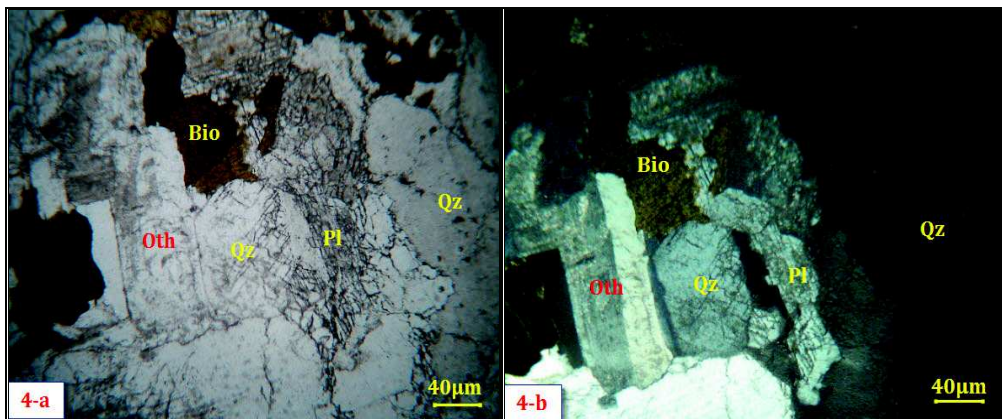
**Fig 08. Photos montrant une vue microscopique d'un quartz subautomorphe. Quartz (Qz), plagioclase (Pl). (2-a : en LPNA et 2-b en LPA)**

Le plagioclase est abondant et se présente en cristaux subautomorphes à automorphes, de taille de 02 centimètres, présentant des macles polysynthétiques zonées (fig. 09).



**Fig 09. Photos montrant une vue microscopique d'un plagioclase zoné (Pl) et oxyde de fer (Oxf) (3-a : en LPNA et 3-b : en LPA)**

Dans la roche de granite, l'orthose se présente en cristaux subautomorphes, de taille moyenne, ayant une macle de Carlsbad. Elle est peu altérée, en paillettes fines, de mica blanc (fig. 10).



**Fig 10. Photos montrant une vue microscopique de l'Orthose (Oth). (4-a : en LPNA et 4-b : en LPA)**

Dans le granite, la biotite est très abondante et se présente sous forme de cristaux, de taille grande à moyenne. Tous les cristaux de la biotite contiennent des minéraux automorphes, de zircon. Dans quelques endroits la biotite est peu altérée, en donnant la chlorite (fig.11).

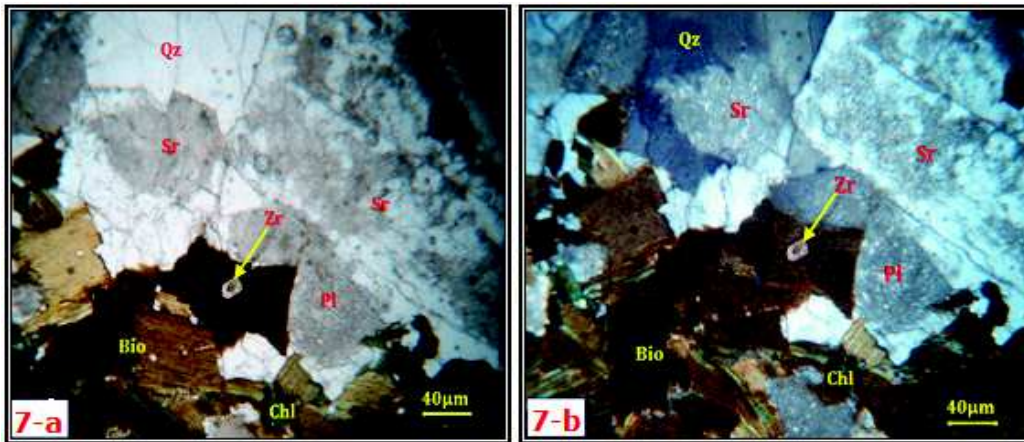


Fig 11. Photos montrant la texture grenue présentée par la biotite (Bio), Quartz (Qz), plagioclase (Pl), séricite (Sr) et chlorite (chl). (7-a : en LPNA et 7-b en LPA)

Dans le granite, le zircon est moins abondant, il est représenté par de petits cristaux, de forme subautomorphe, inclus dans les cristaux automorphes et dans les biotites (fig.12).

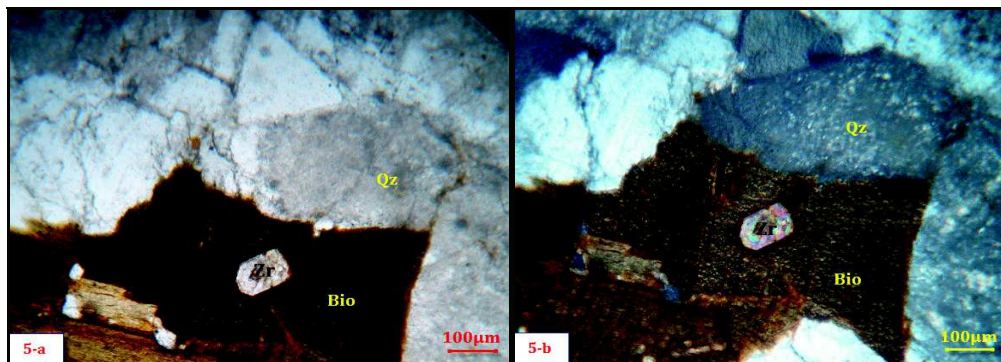


Fig.12. Photos montrant le zircon inclus dans la Biotite. (5-a : en LPNA et 5-b en LPA)

La première phase de l'étude géotechnique est portée sur la description visuelle des échantillons et la définition qualitative sur la base des éléments suivants : la nature, la consistance, la couleur, la texture et la dimension des grains.

La deuxième phase de l'étude géotechnique comporte deux analyses différentes. Les analyses physiques et les analyses mécaniques sont répertoriés en deux (02) grandes familles d'essais, qui sont : les analyses physiques ou d'identification, ayant pour but de définir les caractéristiques physiques des divers éléments constitutifs de l'échantillon, comme par exemple les analyses granulométriques, qui représentent la méthode par tamisage à sec après lavage connu par la norme (NF P94-056), l'analyse de l'équivalent de sable consiste à séparer les particules fines, contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers, connus par la norme (NF P18-598) et la limite d'atterberg qui consiste à prévoir le comportement des sols pendant les travaux de terrassement, sous l'action des variations de la teneur en eau, connue sous la norme (NF P94-051).

-Les essais mécaniques sont réalisés par les essais de Proctor modifié qui ont pour but la détermination d'un compactage normalisé d'une intensité donnée, de la teneur en eau optimale et de la densité sèche maximale, dont la norme (NF PV 94-093).

-Les essais de C.B.R (Californian Bearing Ratio) ou essai de Portance Californienne a pour but la détermination de la résistance à la rupture et à la cohésion de l'arène granitique ou de ses éléments fins connus par la norme NF P94-078.. Les essais de micro-Deval consiste à mesurer la résistance à l'usure de l'échantillon de granulat, sous la norme NF P18-572 et les essais de Los Angeles ont



pour objectif de mesurer la résistance à la fragmentation par choc des éléments d'un échantillon de granulat.

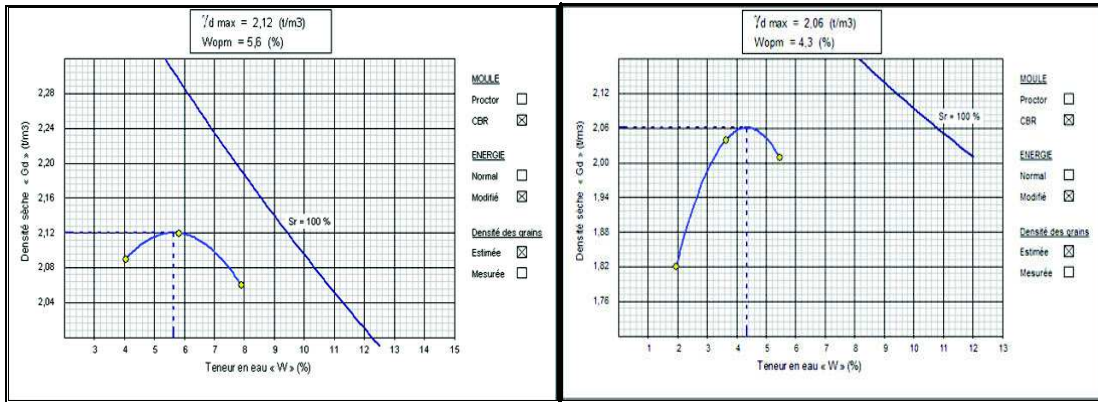


Fig 13. Graphes montrant l'optimum Proctor des échantillons N01 et N02

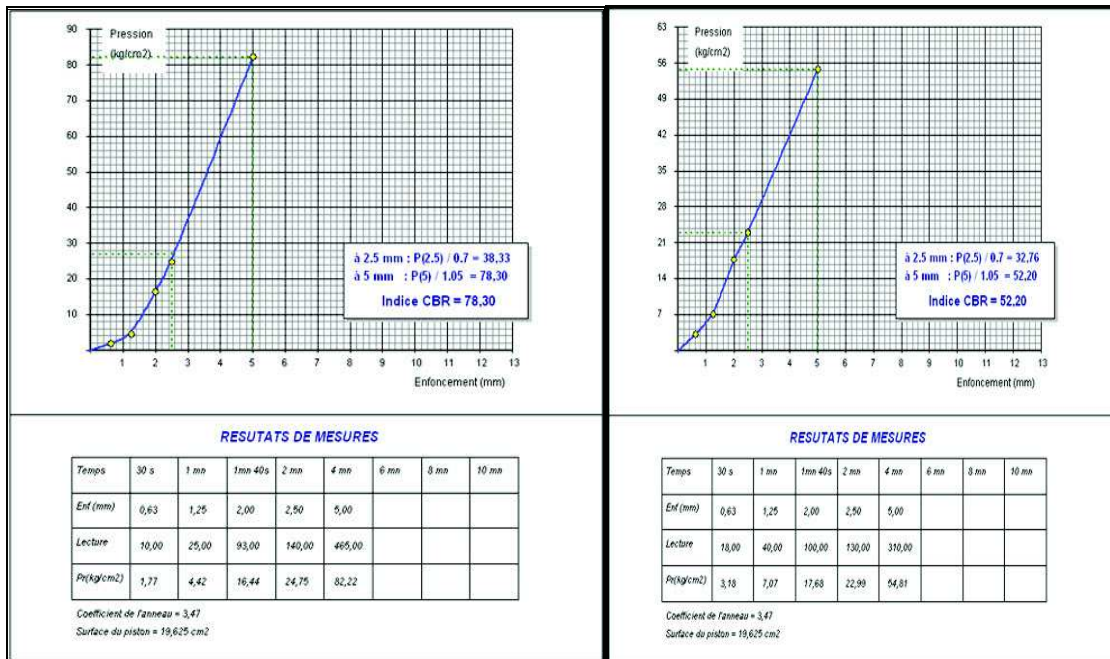


Fig 14. Graphes montrant l'essai de CBR Immédiate pour les échantillons N01 et N02

Les analyses granulométriques des granulats et leurs arènes granitiques ont donné la courbe granulométrique qui s'inscrit partiellement à l'intérieur du fuseau granulométrique. Ces courbes présentent une allure continue et relativement serrée. Le pourcentage des fines des arènes varie entre 6 et 10%, à partir de ce pourcentage, on déduit, qu'ils appartiennent à la famille de la catégorie "B".

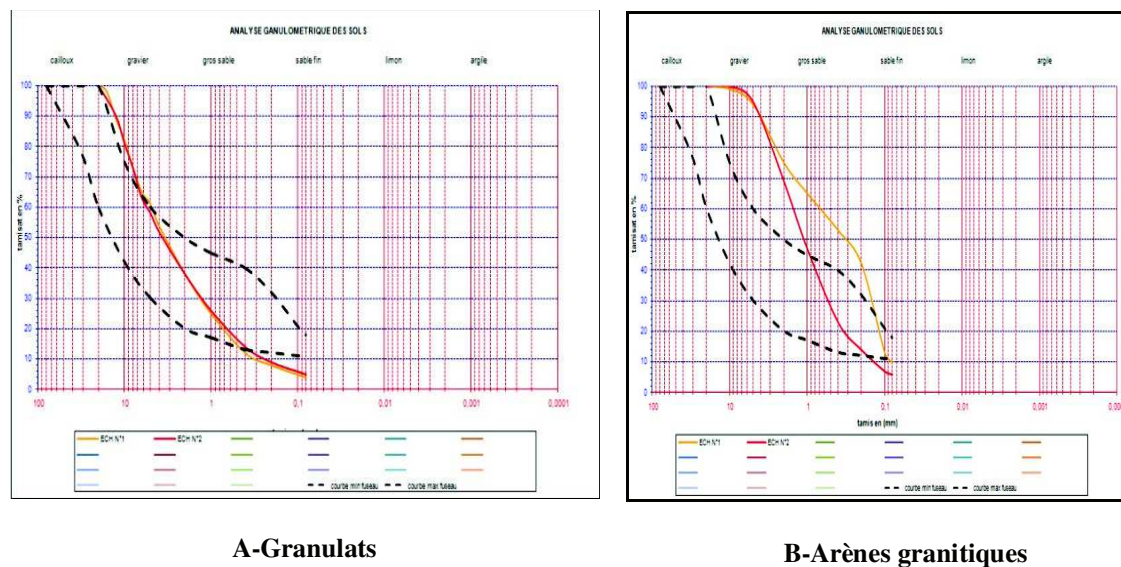


Fig 15. Graphes montrant la granulométrie des granites concassés et leurs arènes

Les analyses chimiques ont pour but la détermination des différents constituants du sol, notamment le pourcentage des insolubles, des sulfates, des carbonates et des chlorures.

Les résultats montrent que le pourcentage des insolubles est élevé et que les arènes granitiques sont des matériaux siliceux. Le pourcentage des sulfates dans les arènes est négligeable, et il n'y a pas de concentrations qui peuvent influencer sur l'état des routes et des bétons. Les carbonates présentent un pourcentage négligeable, car ils sont constitués uniquement de matériaux siliceux.

Les chlorures présentent un pourcentage négligeable, de ce fait, le matériau ne présente pas une agressivité aux constructions de base.

#### 4. Conclusion

Les résultats préliminaires obtenus dans le cadre de ce travail de recherche semblent concluants et présentent un intérêt scientifique certain pour la valorisation des matériaux locaux, dans le contexte des infrastructures de base.

#### Références bibliographiques

1. B. Bonin, A. Sekkal, A. Bussy, F. Ferrag; Alkali-calcic and alkaline post-orogénique granite Magmatisme : pétrologie constraint and geodynamic settings. *Lithos* 45, 45-70, 1998.
2. F. Ait Hamou : Le parc national du Tassili et son patrimoine géologique : un peu de l'histoire géologique du massif du Tassili, Ahaggar, USTHB, p.19-35, 2009.
3. M. Lelubre : Recherches sur la géologie de l'Ahaggar Central et Occidental (Sahara Central). *Bulletin service carte géologique Algérie, 2<sup>ème</sup> série, 22, 02 tomes, 1952.*
4. J.M. Bertrand, R. Caby : Géodynamic evolution of the Pan-African orogenic belt : a new interpretation of the Hoggar shield. *Géologisches Rundschau* 67, 2, 257-388, 1978.
5. J.P. Liégeois, R. Black, J. Navez, L. Latouche : Early and late Pan-African orogenics in the Air assembly of Terranes (Tuareg shield, Niger). *Precambrian research* 67 ,59-88, 1994.
6. R. Black, L. Latouche, J.P. Liégeois, R. Caby, J.M. Bertrand : Pan African displayed terranes in the Tuareg shield (Central Sahara). *Geology* 22, 641-644, 1994.
7. R. Caby, U.R. Renaud : Le Hoggar oriental, bloc exotique cratonisé à 730Ma dans la chaîne pan africaine du nord du continent africain. *Precambrien, research* 36, p.335-344, 1987.
8. J.P. Liégeois, L. Latouche, J. Nave, R. Black : Pan-African collision, collapse and escape tectonics in the Tuareg shield : Relations with the East Saharan Ghost Craton and the west

- African craton in : Wallbrecher, E., Loizenbauer, J., Fritz, H., Unzog, W., Mogessie, A. (EDS), Special abstract issue, 18<sup>th</sup> Colloquium of African geology, Graz. Journal of African Earth Sciences, 30/4A, Elsevier, pp 53-54.
9. N.Fezza, A. Ouabadi, J.P. Liégeois, N. Abdellah, B.Waele, O. Bruguier ; Le Terrane de Djanet : Géochronologie et Géochimie de ses sédiments, lieu avec le métacraton Saharien, 4th I.G.C. P.485. , 2006.
  10. Sonatrach : Géologie de l'Algérie. Centre de Recherche et de Développement et la division. Petroleum Engineering et développement, 93 p, 2007.