



Akademik Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi (AJESS Journal)

DEGRADATION AND CHARACTERIZATION OF ROCK SHELTER AZROU IMEYAZEN, ALGERIA

Hamane Ghania, Département science humaine et sociale, université de Yahia Farés Ain Dehab, Médéa
Algérie. hamaneg@yahoo.fr

Article History

Received: 31/07/2026; Accepted: 02/08/2026; Published: 16/09/2026

ABSTRACT

A petro-physical characterization study of the shelter's rock of Azrou Imeyazen was performed for the first time. The diagnosis of forms of stone's alterations shows that moisture, efflorescence, biodegradation, cracking surface and graffiti are the most recurrent damage of the studied site.

In this study, one sample was extracted from the rock art surface, was analyzed by X-Ray diffraction; the results highlight the presence of quartz, which means that is a pure sand stone, in addition, detailed thin section petrography provided better understand mineralogical on porosity and permeability, This study should allow the identification and the nature of the rock by providing useful information for conservators and restorers, who will have to conserve and maintain the rock art sites.

Keywords: Sandstone, Alteration, Petro-physical characterization, Rock art.

DEGRADATION ET CARACTERISATION DE L'ABRI SOUS ROCHE D'AZROU IMEYAZEN TIZI OUZOU- ALGERIE

RESUME

Une étude de caractérisation pétro-physique de l'abri sous roche d'Azrou Imeyazen, a été réalisée pour la première fois afin d'appréhender l'altérabilité de ce grand rocher. Le diagnostic des formes d'altérations rencontrées au niveau de l'abri montre que l'humidité, les efflorescences de sel, la biodégradation, les fissurations et les graffiti sont les dégradations les plus fréquentes au niveau de site. Dans cette optique, un échantillon du rocher extrait de la surface de la paroi a été analysé par Diffraction des rayons X. Les résultats démontrent une présence d'un pourcentage important de quartz détritique, ce qui signifie que c'est un faciès de nature gréseuse pure. De plus, une pétrographie détaillée de lame mince a permis d'acquérir une meilleure compréhension des contrôles minéralogiques et diagénétiques sur la porosité et la perméabilité. La présente étude est susceptible de permettre l'identification de la nature de la roche en fournissant des informations utiles aux conservateurs et restaurateurs, qui devront faire en sorte de protéger et de maintenir les sites d'art rupestres.

Mots-clés : Grés, Altération, Caractérisations Petro-physique, Art rupestre.

1. Introduction :

Les sites de l'art rupestre sont soumis à des agressions de toutes sortes, de la part de la nature et des hommes. Cet art non renouvelable se dégrade vite et disparaît sous l'effet de phénomènes naturels. La composition chimique même de la pierre peut favoriser le développement de certaines altérations, les animaux concourent également aux détériorations. Dans les abris, des nids d'oiseaux ou d'insectes recouvrent les peintures et les font disparaître peu à peu ; de grands mammifères se frottent aux parois ornées. Tous ces phénomènes, selon les lieux provoquent une érosion progressive de l'art rupestre.

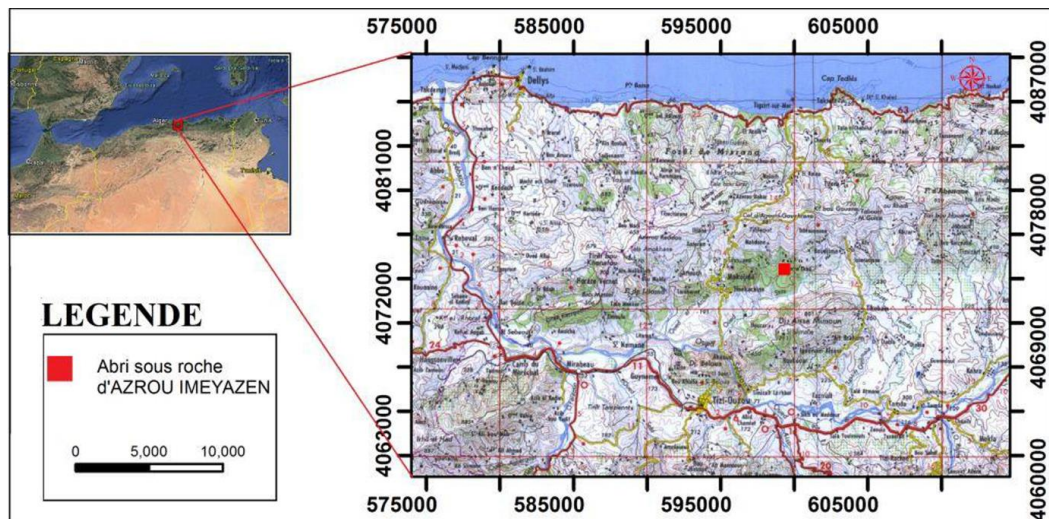


Figure 1 : extrait de la carte géographique de Tizi Ouzou (1/50 000em) montrant la localisation de l'abri sous roche
 Figure 1 : extract of tizi ousou geographic map (1/50 000em) showing the rock shelter localization

L'abri d'Azrou Imeyazen (figure 1) est parmi les sites menacés par la disparition. Il se trouve dans le village de Tarihant à environ 130 km à l'Est d'Alger, à 3.8 Km au Nord du massif d'Ait Djenad ; au Sud il est délimité par la commune d'Ouaguenoun, et à 4,5 km à l'Ouest le village de Makouda, à l'est il est délimité par le village de Boujimaa. L'abri s'élève de 280m au dessus du niveau de la mer (Reymond D 1976 : p. 65).

Le climat de la région de Tizi Ouzou est méditerranéen. Il neige chaque année en hiver entre décembre pour les hautes altitudes qui dépassent les 600m, et février pour les basses altitudes. En été, la chaleur peut être suffocante. A partir de novembre les températures sont de 5 °C au minimum.

Quelques hivers à Tizi Ouzou sont marqués par des records de chaleur: en 2012, par exemple, les températures ont dépassé les 17 °C (ONM, 2012). La température la plus élevée jamais enregistrée date de juillet 1901 avec 50 °C, et la plus basse date de février 1982 avec -11 °C (Seltzer P : 1948. P.144).

Sur le plan géologique, cet abri s'inscrit dans l'orogène alpin périméditerranéen de la chaîne littorale d'Afrique du Nord (ORGM 2000). Il est situé au sein de la formation de nappe numédienne d'âge Eocène (Reymond D 1976 : p. 237) qui est représentée par de gros bancs métriques de grès et grès quartzeux intercalés avec les pélites (ORGM 2000).

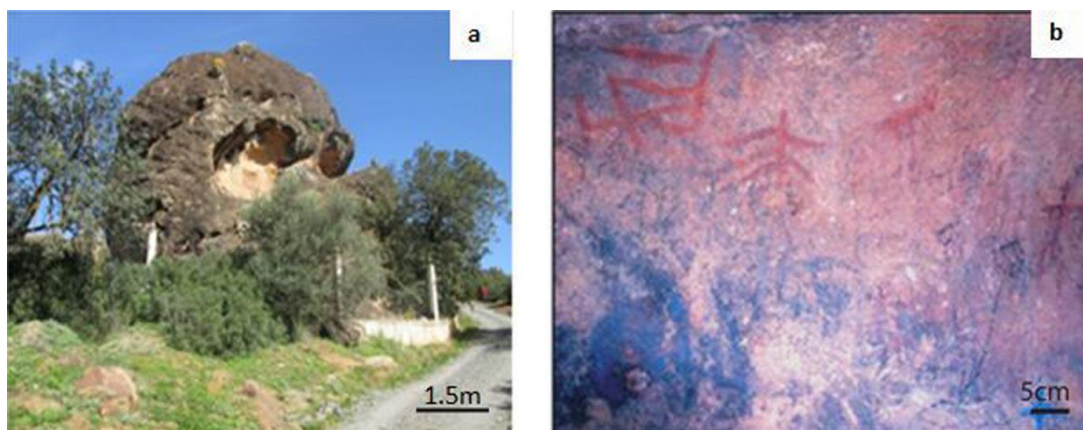


Figure 2:(a) general view of the rock shelter,(b)painted surface

Figure 2 :(a) general view of the rock shelter,(b)painted surface

Pour s'enquérir du degré d'altérabilité de la roche, nous avons procédé à la description des principales formes de dégradation rencontrées au niveau de l'abri.

Cet article vise à identifier les types d'altérations présentes sur l'abri. Plusieurs analyses ont été effectuées sur un prélèvement de la roche altérée dans le but de caractériser le mécanisme qui conduit à la dégradation de la roche

2. Description du site

Azrou Imeyazen (rocher des sages) est un abri sous roche de forme étrange (figure 2.a), témoignant d'une civilisation préhistorique remontant à plus de 5000 ans, (Poyto R., Musso J, 1969 :p.47) il fut découvert par Bordes en juin 1965

Cet abri vient d'être inscrit depuis 2016 dans la liste supplémentaire établie par la Wilaya de Tizi Ouzou, et approuvé comme un bien culturel local. Il abrite de nombreuses peintures: des silhouettes humaines (figure 2.b), une scène de chasse, des silhouettes animales, des dessins énigmatiques et des inscriptions libyques.

Il est noirci par les lichens, ouvert vers l'est, de forme cubique d'une vingtaine de mètres de côté, laissant apparaître plusieurs strates verticales. Sur la face sud-est, une grande plate-forme faisant terrasse, dominant le sol d'une moyenne de six mètres constitue la base de deux abris sous roche de niveau, de profondeur et d'orientation différentes séparés par une arête verticale très marquée. Pour accéder à cette plate-forme, une série de sept cavités de 10 cm de diamètre formant escalier, a été creusée dans le rocher.

Quand on arrive sur la terrasse, on se trouve en présence d'un vaste abri constitué par plusieurs niches alvéolées dont l'ensemble mesure 13 m de haut et 2,5 m de profondeur; trois mètres plus loin et en contrebas vers le sud, s'ouvre le deuxième abri de forme ovale de 8 m de long, 5 m de hauteur et 1 m de profondeur.

Les peintures sont dans l'ensemble assez bien conservées, surtout celles qui sont logées dans le fond des alvéoles, alors que celles exposées aux radiations solaires et aux intempéries sont devenues assez floues, pâlies et même à peine discernables.

3. Matériels et méthodes

Pour tout diagnostic, il est indispensable d'identifier le matériau utilisé et connaître ses principales propriétés physiques et mécaniques.

Dans cette étude, les tests de laboratoire ont été effectués sur un échantillon prélevé de la partie saillante de la paroi altérée de l'abri (figure 3.a), dans laquelle se manifestent des éclatements et surface fissurée, ce qui nous a permis de l'arracher soigneusement et sans crainte. Les dimensions et les paramètres géométriques de cet échantillon sont : 15 cm de longueur, 10 cm de largeur et 5 cm d'épaisseur (figure 3.b).

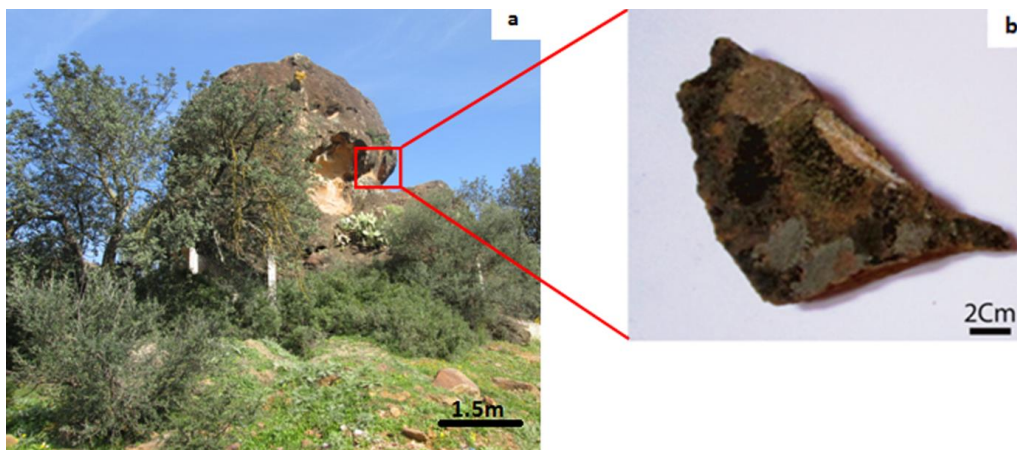


Figure 3:(a) l'emplacement de l'échantillon, (b) l'échantillon prélevé

Figure 3:(a)sample location,(b) sample taken .

La composition minéralogique de l'échantillon a été analysée par diffraction des rayons X (DRX) à l'aide d'un diffractomètre Phillips PW1830 rayonnement utilisant le Cu-K α ($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$) au niveau du laboratoire de CETIM (Boumerdes, Algérie). La confection de lames minces sur cet échantillon a été effectuée à l'Office de Recherches Géologiques et Minières (Boumerdes, Algérie). Quand à l'étude microscopique, elle a été faite sur cet échantillon à l'aide d'un microscope optique polarisant- analysant de type Carl Zeiss Axiolab Pol 450910 au niveau de l'Agence d'Etude Céramique et de Recherche Géologique et Minière « Céramines Agency » (Alger, Algérie).

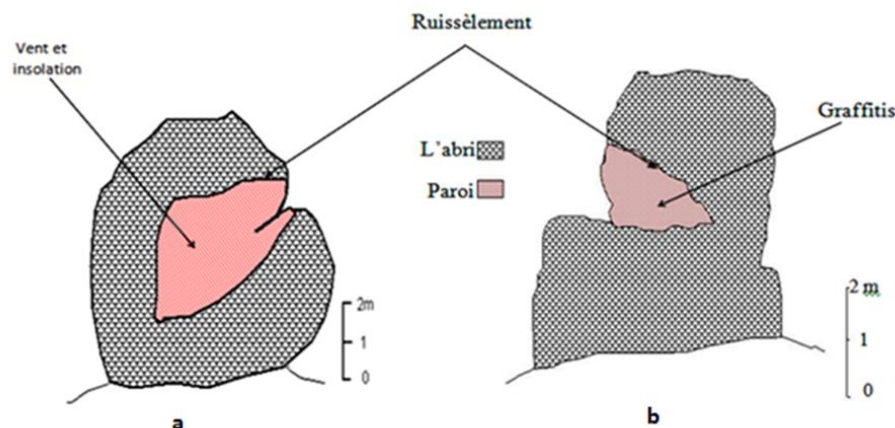


Figure 4 : schéma de l'abri, (a): Vue nord de l'abri, (b) : Vue sud de l'abri

Figure 4: rock shelter diagram ;(a) the north view,(b) the south view

4. Résultats et discussion

4.1 Etat de conservation

4.2

L'abri est situé dans une zone rurale où il est sujet à l'impacte de différents facteurs de dégradation naturels, anthropiques qui provoquent sa détérioration. Sa forme ovale et sa large ouverture vers l'Est favorisent notamment l'altération de sa paroi, cela est bien remarqué dans sa partie Sud (figure 4.a), les peintures qui se retrouvent à la surface ont été détériorées par l'effet de l'érosion et de la radiation solaire, mais celles renfermées dans des niches et des alvéoles de la paroi, sont bien abritées et se trouvent loin de tout risque d'altération, qu'elles soient naturelles ou humaines et donc en bon état de conservation.



Figure 5 : présence de graffitis sur les peintures

Figure 5: presence of graffiti on the paintings

Par ailleurs, la plate-forme de l'abri du côté nord est très facile à atteindre par les hommes à cause de la présence de sept cavités qui forment l'escalier (figure 4.b). Celui-ci est un facteur néfaste qu'il soit autochtone ou touriste, son action reste négative est loin d'être négligeable (Brunet et al. 1960 : 101-103). L'abri demeure une cible privilégiée pour les graffitis (figure 5), les abrasions, les piquetages, etc.



Figure 6 : pulvérulence désagrégation sableuse

Figure 6: Granular disintegration and Powdering

La présente étude se base d'abord sur l'observation de l'état de conservation, ensuite sur l'analyse de la roche constituant l'abri. Le diagnostic de l'état de l'abri et des peintures a démontré l'impact de plusieurs types d'altérations naturelles et humaines (figure 4. a) et (figure 4.b).

La désagrégation granulaire (ICOMOS, 2008) correspond au dessertissage progressif des grains entraînant une perte irréversible de substance. Ces dommages découlent de la contribution de nombreux facteurs comme par exemple le mouvement de l'eau, le stress thermique, etc. qui sont contrôlés par les conditions environnementales (Alomari A et al. 2014 : p.4). La désagrégation granulaire se développe sur les roches granulaires (figure 6) ou à texture grenue; elle conduit souvent à la formation de dépôts meubles au dessous des zones affectées, provoquant une érosion qui peut être assez rapide sous l'action des pluies et du vent. Cette érosion peut se faire soit de façon homogène comme c'est le cas de l'abri induisant un recul de la surface de la pierre sur plusieurs centimètres, soit de façon différentielle aboutissant à la formation d'alvéoles (Beck, 2006 : p. 20). Ainsi la variation et la fluctuation (Soleihavoup F 1987 : p.55) journalières et saisonnières de l'humidité et de la température provoquent des effets importants de stress thermique, suivi par le détachement de pierres sous forme d'effritement.

L'ensemble de l'abri est envahi par des plantes et des arbustes (figure 7) dont les racines s'insèrent dans les fissures, les grains et les plantes (Caneva G., Salvadori O. 1987 : p. 157) apportées par le vent, provoquant ainsi la dégradation mécanique de la roche. De véritables arbres se sont installés dans les fissures, soulignant par exemple le figuier et le figuier de barbarie du milieu méditerranéen. Les végétaux possèdent des racines qui peuvent faire éclater la roche. La pression développée par une racine peut apporter des éléments chimiques agressifs, qui par ailleurs favorisent l'humidification de la roche, (Woszyck, 1982 : p.49) et sont une source de sel et d'acide pouvant dissoudre les minéraux constituant la roche (Erhard M. Winkler 1997 : p. 221, Michelsen K, 1991 : p.18). Un autre facteur qu'on doit littéralement prendre en considération, est que ces plantes et arbustes sont des sources directes de risque d'incendie (Fisher, G.G. 1972 : p.102). En outre, leur croissance continue et l'envahissement provoque l'altération esthétique et rendent les détails importants de l'abri invisibles (Mishra Ak et al. 1995 : p.373).



Figure 7 : biodégradation de l'abri ; colonisation par algues sur le ruissellement, lichens, plantes et arbustes.

Figure 7: shelter biodegradation; algae colonization over the water flow, lichen, plant and shrub

Le développement des lichens est bien remarquable sur l'ensemble de l'abri (figure 7), ce qui cause une dégradation mécanique (Dandridge Debra Elaine 2006 : p. 20) due à la croissance de leurs thalles incrustés dans le rocher et de leurs racines, (Snethlage R 2014 : p. 296) qui peuvent pénétrer dans les profondeurs de la roche à plusieurs millimètres voire centimètres, à travers les vides intergranulaires et les plans de clivage des minéraux, expansion et contraction du thalle par l'humidification et le séchage microclimatiques, le gonflement des sels d'origine biologique et l'incorporation de fragments minéraux dans le thalle.. (CHEN Jie T et al. 2002 : p. 388)

Par ailleurs, l'action d'altération chimique des agents biotiques se caractérise par différents mécanismes de solubilisation minérales résultant de l'intervention de l'organisme. La solubilisation comprend les processus d'acidolyse, complexolyse, de d'alcalinolyse, correspondant à la formation de composés métaboliques acides, complexants et alcalins (CHEN Jie T et al. 2002 : p. 389).



Figure 8 : excréments d'oiseaux sur les peintures (Guano)

Figure 8 : birds excrements on surface painting (guano)

La teneur en humidité de l'environnement, la structure de la pierre et la porosité, de plus les polluants organiques déposés progressivement sur les surfaces des roches, sont les facteurs qui aident l'altération biologique à germer et à proliférer (Alka Jain a et al . 2009 : p. 1283) , l'abris sous roche se trouve dans la nature ,donc exposé toujours à l'impacte de l'eau des ruissellements (figure 7), cela signifie que la présence d'eau conditionne le développement de la plus part des altérations ,l'eau mobilise les sels solubles ,gèle, dissout les minéraux et favorise l'activité des organismes vivants (Bromblet P et al. 2001 :p.6)

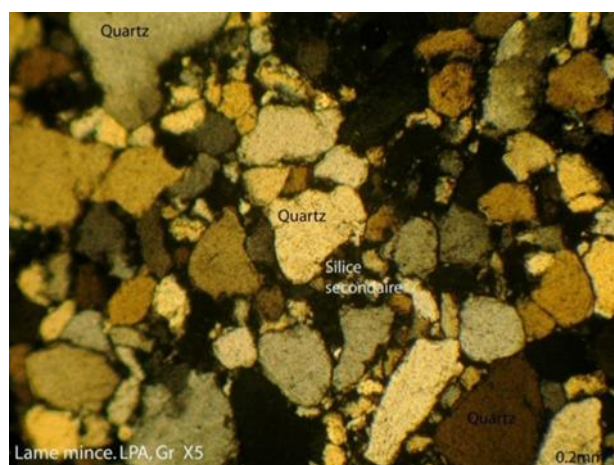


Figure 9 : lame mince sous lumière polarisé de la roche (Gr x5)

Figure 9 : thin section under polarized light of sand stone (Gr x5)

Les animaux ont aussi leur influence; à savoir les oiseaux et les pigeons en particulier (figure 8) agissent à la fois par les dépôts des fientes et d'éjections (guano) Les excréments d'oiseaux sont connus pour contenir des sels; acides phosphorique, nitrique et urique. Acide déposé à la surface des matériaux qui réagit chimiquement sur les constituants de la roche Plus l'acidité de la substance déposée, c'est-à-dire que plus le (PH) est bas, plus l'impact est constaté sur les matériaux sensibles. (Dirk HR Spennemann et al. 2017 :p. 28). Les pigeons peuvent également avoir un impact sur l'esthétique des sites culturels où une accumulation de leur excréments peuvent endommager les monuments (Saroj Shrestha 1 et al. 2022 : p.233). Certaines insectes (termites, fourmis, mouches, guêpes) construisent des galeries et des nids qui sont cimentés à la roche, (Butikofer Maude 2005 : p. 20).

4.2 Caractéristiques physiques de la pierre

Afin de caractériser les risques et les impacts qui détériorent l'abri, il est nécessaire de connaître les paramètres physiques de la roche qui le constitue (tab.1). La dureté reste un élément majeur qui permet de savoir davantage sur la résistance des roches qui est dans ce cas faible (de l'ordre de 3) ce qui lui donne un aspect friable à cohérent. La masse volumique (densité apparente) et la densité réelle de cette roche ne sont pas compatibles et restent faibles même par rapport à sa principale composition (quartz : 2.65) probablement en relation directe avec sa porosité qui demeure relativement forte

(3.32%). L'absorption de l'eau par ces grès est nettement faible avec une valeur de 3.42% et présente un taux d'humidité et de gel-dégel inférieur à 0.54%.

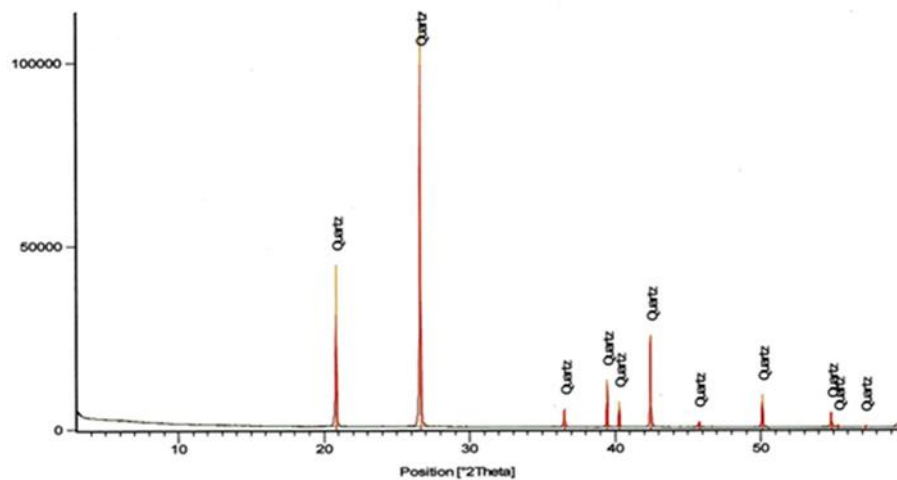


Figure10: Cliché de XRD de la roche

Figure 10: XRD obtained on the rock sample

Echantillon	dureté	Masse Volumique (g/cm ³)	Absorption d'eau (%)	humidité (%)	Gel dégel (%)	Masse spécifique (g/cm ³)	Porosité (%)
Grés	3	2.41	3.42	0.38	0.54	2.15	3.32

Tableau 1 : Paramètres physiques des grès du site

Table 1: Physical parameters of site sandstone

4.3 Analyse minéralogique sur lame mince

L'analyse minéralogique nous a permis d'identifier les minéraux présents dans cette roche et sa texture. A partir de là, on va pouvoir la classer et lui donner un nom. Cette étude pétrographique a été réalisée sur une lame mince au microscope optique avec une lumière naturelle et polarisante (Figure 9). L'examen microscopique de cet échantillon montre l'existence d'éléments détritiques représentés par des grains de quartz d'une forme automorphe à xénomorphe généralement jointifs entre eux. Cet échantillon présente en plus une granulométrie assez grossière. La taille de ses grains peut atteindre les 10mm. La matrice reliant ces grains est de nature siliceuse (quartz secondaire), ce qui implique son imprégnation tardive par des solutions siliceuses. Cette roche montre une porosité relativement élevée. On note aussi la présence d'espèces minérales à moindre importance telles que le zircon, sous forme de petits grains avec un relief très marquant et des grains de muscovite.

Cette description coïncide parfaitement avec les données obtenues par DRX qui montrent clairement qu'il s'agit d'une roche purement gréseuse composée uniquement par le quartz comme minéral principal (figure 10)

5. Discussion - Conclusion

La roche de l'abri est dégradée par plusieurs modes d'altération. Cette dégradation a été générée à partir de divers processus confrontant le rocher à une succession de conditions environnementales différentes (humidité, ruissellement, etc.) provoquant la désagrégation granuleuse et l'effritement de la surface de la paroi.

Les marqueurs de la dégradation les plus importants détectés sont la biodégradation, les fissurations et les desquamations qui sont bien remarquables sur le dos de l'abri. D'autres formes d'altérations telles que les taches d'humidité, les remontées capillaires et les efflorescences de sel même en faible degré sont aussi marquantes.

L'interprétation des données physico-chimiques et microscopiques montrent aussi que les grès en question présentent une granulométrie moyenne avec des propriétés homogènes qui lui donnent un aspect plutôt friable et plus facile à se déliter en blocs ce qui favorise la dégradation du rocher.

Le manque de prévention appropriée augmente l'érosion de la paroi, confrontée à des conditions météorologiques difficiles telles que les écarts thermiques importants, notamment le vent et les fortes pluies saisonnières.

La présente étude montre qu'il est urgent de réagir et de trouver des solutions convenables et appropriées pour les futurs travaux de conservation. Il sera utile d'envisager un plan d'action et un programme intensif de recherches, de valorisation et de conservation (Patrik P et al.2011 : p.563) pour minimiser l'impact des altérations. L'utilisation des méthodes de diagnostic récentes s'avèrent indispensable pour accomplir la détermination des altérations (Meiklejohn K I.,et al.2009 : p. 978).

Il existe des techniques plus efficaces permettent d'approfondir dans la détermination des caractéristiques physico-chimiques des peintures, de la patine et de la taphonomie des altérations, citant par exemple Microphotography, Scanning Electron Microscopy-Energy, Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX), Raman Spectroscopy et Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GCeMS).

Lorsqu'on est devant une paroi menacée comme dans ce cas par divers phénomènes naturels, il faudrait l'archiver par l'utilisation de méthodes de relevé très récente, en l'occurrence, les techniques du scanneur laser et de l'infographie 3D, appliquée à l'art paléolithique (Frize Carol et al.2010 : p. 7) ouvrent de vastes champs d'expérimentation et de la reconstitution.

Bibliographie

- Alka Jain a., Seema Bhadauria a., Virendra Kumar b., Ramvir Singh Chauhan., Biodeterioration of sandstone under the influence of different humidity levels in laboratory conditions, Building and Environment 44 (2009) 1276–1284.
- Alomari A., Beck K., Brunetaud X., Al-Mukhtar M. (2004) - Caractérisation de la dégradation des pierres de la ziggurat du site archéologique de la cité Al-Nimrud en Irak : 4.
- Beck K. (2006) - Étude des propriétés hydriques et des mécanismes d'altération de pierres calcaires à forte porosité, université d'Orléans : 20.
- Bromblet P., Oriol G., Martinet G., Verges Belmin V., Philippon J. (2001) -l'altération des pierres des monuments - Volume III : 6.
- Brunet J., Vidal P., Vouvé J., (1960) - Conservation de l'art rupestre, in UNESCO, N° 7 Bulletin 8 : 101-103.
- Butikofer Maude., (2005) -Etude pour la conservation d'un site de peintures rupestres maories en Nouvelles -Zélande. Haute école d'art appliqués Arc :18-29.
- Caneva G.,Salvadori O. (1987) - altération biologique de la pierre la dégradation et conservation de pierres, UNESCO, N° 16 :143-180.
- CHEN Jie t., Hans-Peter Blume. (2002) - Rock-weathering by lichens in Antarctic: patterns and mechanisms, Journal of Geographical Sciences 12, ISSN: 1009-637X environment. Springer Verlag Ed: 4 387-396.
- Dirk HR Spennemann, Maggie J Watson. (2017) - Dietary habits of urban pigeons (Columba livia) and implications of excreta pH – a review EUROPEAN JOURNAL OF ECOLOGY EJE, 3(1): 27-41, doi: 10.1515/eje-2017-0004 .
- Erhard M. Winkler.(1997) – Stone in Architecture.Stone properties, durabilities in man's environment. Springer-Verlag Berlin Heidelberg : 218-231.
- Fisher, G G. (1972). Weed damage to materials and structures. International Biodeterioration . Bull., 8: 101-103.
- Fritz Carole., Tosello Gilles., Azéma Marc., Moreau Olivier., Perazio Guy ., Péra José. (2010) -Technologie 3D et relevé d'art pariétal : une application inédite dans la grotte de Marsoulas In Situ revue des patrimoines 13 : 2-10.
- ICOMOS –ISCS., (2008) -Illustrated glossary on stone deterioration patterns. Champigny/Marne. France Septembre.
- Martí Mas., Alberto Jorge., Beatriz Gavilán., Mónica Solís., Enrique Parra.,Pedro-Pablo Pérez. (2013)-Minateda rock shelters (Albacete) and post-Paleolithic art of the Mediterranean Basin in Spain: pigments, surfaces and patinas , Journal of Archaeological Science 40 : 4635-4647
- Meiklejohn K I., Hall 1 K ., Davis JK. (2009) - Weathering of rock art at two sites in the KwaZulu-Natal Drakensberg, southern Africa Journal of Archaeological Science, 36 :973–979.
- Michelsen, K. (1991) - conservation of rock art in Norway ,arkeologiske skrifter ,FRA, historic museum,universitetet I Bergen :18.
- Mishra A K., Kamal K., Jain, K.L. Garg.(1995). Role of higher plants in the deterioration of historic Buildings. The Science of the Total Environment 167: 375-392
- Office National de Météorologie (ONM) (1996) - Résumé annuel du temps en Algérie données de base CCN Alger : 12.
- Office National de Recherches Géologiques et Minières (ORGM).Alger, Algérie, (2000).
- Patrick P., Leonel Cabrera P., Elena Man-Estier. (2011) - préhistoire et art rupestres dans de le nord l'uruguay, de nouveaux programme d'étude, de conservation et de valorisation, l'anthropologie 115 : 549-565.
- Poyto R ., Musso J. (1969) - Corpus des peintures et des gravures rupestres de grande Kabylie. Alger : 5
- Reymond D. (1976) - Evolution sédimentaire et technique du Nord-Ouest de la Kabylie, Paris : 65.
- Dandridge Debra Elaine. (2006) - Lichens: the challenge for rock art conservation, Texas A&M University: 16-29.
- Saroj Shrestha ., Laxman Khanal ., Naresh Pandey ., Randall C. Kyes. (2022) - Conservation of Heritage Sites in Kathmandu, Nepal: Assessing the Corrosion Threat from Pigeon Excreta on Metal Monuments Conservation, 2, 233–243.
- Seltzer P. (1946) - Le climat de l'Algérie, travaux d'institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie, hors sér, université d'Alger, Impr.
- Snethlage R. (2014) -Stone in Architecture Properties, Durability. 5th Edition : 290 -316
- Soleihavoup F. (1987) - Les gravures de Sahara, Sont –elle menacées ? Alger.
- Woszyck I. (1982) - La conservation Préventive de la pierre, UNESCO : 43-49.