



AKACHMIR : UN GEOSITE DE LA VILLE D'AZROU (MAROC)

AKACHMIR: A GEOSITY OF THE CITY OF AZROU (MOROCCO)

| Driss Sadkaoui ^{1*} | Mohammed Benabdelhadi ¹ | Abdel-Ali Chaoui ¹ | Brahim Benzougagh ² | Ferdaouss Lakhili ¹
| and | Amina Tajdi ³ |

¹ Laboratoire de Géoressources et Environnement | Faculté des Sciences et Techniques | Université Sidi Mohamed Ben Abdellah | Fès | Maroc |

² Laboratoire de Géosciences Patrimoine et Substances Utiles | Faculté des Sciences Université Moulay | Meknès | Maroc |

³ Laboratoire de Recherche Scientifique et de Développement Pédagogique | Centre des Métiers de l'Education et de la Formation Fès-Meknès | Maroc |

| Received | 03 February 2019 |

| Accepted 10 March 2019 |

| Published 20 March 2019 |

| ID Article | Sadkaoui-ManuscriptRef.2-ajira030319 |

RESUME

Introduction : La ville d'Azrou porte le nom d'un rocher proéminent, en son centre (Akachmir en Berbère) qui affleure sous forme d'une butte calcaro-dolomitique. La plaine d'Azrou, partie nord-orientale du massif central, est située en bordure occidentale du Causse moyen atlasique. La liaison au causse se fait par un escarpement de failles décomposé en plusieurs paliers. Cette plaine est formée de terrains paléozoïques et de coulées basaltiques plio-quaternaires. **Objectif :** L'objectif de ce présent travail est de montrer les caractéristiques lithologiques, karstiques et tectoniques qui font de ce rocher un géosite méritant une valorisation. **Méthode :** L'étude est basée sur les observations in situ et les mesures de la direction des plans de failles. **Résultats :** De point de vue lithologique, le rocher d'Azrou est constitué de dolomies massives et ruiniformes d'âge Lias inférieur. Dans sa partie méridionale, affleurent des niveaux de brèches dont les lithoclastes sont des fragments de schistes et de grès paléozoïques à ciment dolomitique. A la base du flanc occidental du rocher, apparaissent des formations travertineuses présentant des abris sous roches. Sur le flanc oriental, les dolomies sont fortement karstifiées ; se présentent des concrétions de calcite sous forme de draperies. De point de vue tectonique, le rocher d'Azrou est affecté par plusieurs familles de failles verticales dont les plus importantes sont de direction N025°-045°E, et N160°-170°E. Dans la limite SW du rocher, la présence des brèches tectoniques dont les éléments sont des fragments de basaltes quaternaires et le liant est une craie témoigne du passage d'une faille N170°E post-volcanisme à cet endroit. **Conclusion :** Ces archives géologiques font du rocher Akachmir un géosite important et utile pour les scientifiques et les géotouristes, il est malheureusement en dégradation par les activités anthropiques. Il mérite donc une valorisation dans le but de le protéger des activités anthropiques.

Mots clés : Rocher d'Azrou, Géosite, Valorisation, Protection.

ABSTRACT

Background: The Azrou downtown includes a prominent rock which attributes name to the city (Azrou or Akachmir in Berber). It is outcropping as a calcaro-dolomitic mound. The Azrou plain situated in northeastern area of the Moroccan Massif Central is located on the western edge of the Tabular Middle Atlas. The link occurred by faults scarp distributed in several ground level. This plain consists of Paleozoic rocks and Plio-Quaternary basaltic flows. **Objective:** The objective of this present work is to show the lithological, karstic and tectonic characteristics that make this rock a geosite deserving of valorization. **Method:** The study is based on in situ observations and measurements of the direction of fault plans. **Results:** By lithological approach, the rock of Azrou consists of massive and ruiniform dolomites of lower Lias. In its southern part, appears breaching level with lithoclasts represented schist and paleozoic sandstone elements bounded par dolomitic cement. At the bottom of the western side of the rock arise travertines layers in which are dug shelters under rocks. On the eastern side, the dolomites are strongly karstified with calcite concretions in draperies shapes. The tectonic investigation showed that Azrou rock is affected by two vertical faults sets: set 1 (N025-045 ° E) and set 2 (N160 ° -170 ° E). In the SW side of the rock, the presence of the tectonic breccias with quaternary basalts elements and chalk as a binder testifies shifting set trending N170° E fault post-volcanism at this area. **Conclusion:** These geological records make the Akachmir rock an important geological site for scientists and geotourists, deserving valorization in order to protect it and to avoid any surrounding anthropogenic activity.

Keywords: Rock of Azrou, Géosite, Valorization, Protection.

1. INTRODUCTION

Les géosites sont des portions de territoire d'une importance géologique particulière. Ils représentent au sens large, quelle que soit leur taille (depuis la roche isolée jusqu'au paysage et sous-sol), des témoins de l'histoire de la Terre et parfois de l'évolution de la vie. Et de ce fait ils montrent un intérêt scientifique et pédagogique certains.

La ville d'Azrou doit son nom au gros rocher qui surgit à 50 m du sol et occupe 2,4 ha au centre-ville (à côté de la mosquée Nour) à l'intersection des routes qui mènent à Ifrane à l'est, Khénifra au sud et Meknès / El Hajeb au nord. Ce rocher nommé Akachmir constitue l'emblème de la ville d'Azrou. Il est formé de dolomies du Lias inférieur, et

apparaît insolite au milieu des terrains paléozoïques. Cette remarquable position attire l'attention des visiteurs et surtout des scientifiques à intérêt géologique. Ce patrimoine géologique naturel souffre d'un manque de reconnaissance ; il est peu valorisé auprès du grand public, endommagé par l'intervention humaine qui devient de plus en plus importante et par conséquent, ce géosite est de plus en plus menacé. L'intérêt de cette étude est de montrer l'importance géologique de ce rocher afin de le classer parmi les géosites qu'il faut valoriser et protéger contre les actions anthropiques.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Localisation

La plaine d'Azrou, partie nord-orientale du Maroc central, est située en bordure occidentale du Causse moyen atlasique, à 89 km au sud de Fès. La liaison au causse se fait par un escarpement de failles décomposé en plusieurs paliers. Les collines encadrant cette plaine sont allongées en direction NE-SW et ne dépassent pas 1400 m d'altitude. La plaine d'Azrou est parcourue par les affluents d'Oued Tigrigra, ces cours d'eau pérennes prennent naissance à partir de sources dispersées sur la bordure du Causse.

Dans la plaine d'Azrou, formée de terrains paléozoïques et de coulées basaltiques plio-quaternaires, affleure un piton calcaro-dolomitique ($33^{\circ}26'8.45''N$, $5^{\circ}13'26.55''W$, 1265m) attirant l'attention des visiteurs, nommé Akachmir ou Azrou (nom Amazigh du rocher d'où le nom de la ville d'Azrou). Cette remarquable butte est allongée en direction NE-SW entre la colline de Bou-Ighial au NE et celle de Tizi Ourribane au SW (fig.1) constituées toutes les deux de terrains paléozoïques.

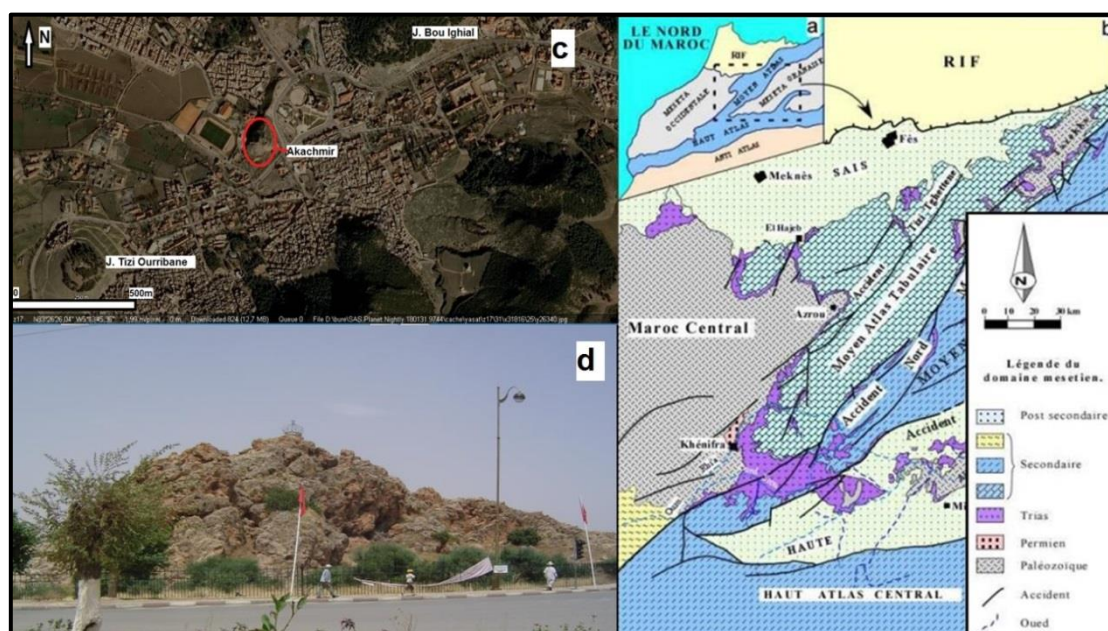


Figure 1: Carte de localisation du rocher Akachmir. (a) : Carte du Maroc, (b) : carte structurale du moyen Atlas, (c) : image Google Earth d'Azrou (06/11/2018), (d) : photo du rocher Akachmir.

2.2 Contexte géologique

La plaine d'Azrou se situe dans le massif central hercynien marocain. Elle occupe la terminaison NE de l'unité orientale [1,2]. Sur le plan structural, cet anticlinorium est marqué par une complexité liée à la fois à une tectonique précoce et au caractère polyphasé de l'orogénèse hercynienne [3, 4, 5, 6-2]. Cette zone est caractérisée par l'existence de nappes synsédimentaires, d'origine orientale et d'âge Ordovicien à Viséen. Ces nappes ont été mises en place dans un bassin turbiditique qui était installé dans cette zone au Viséen supérieur [2].

La série stratigraphique de l'unité d'Azrou se compose des terrains grésopélitiques de l'Ordovicien supérieur, et des schistes argileux noirs à graptolites du Silurien (fig.2). La série dévonienne est d'abord détritique puis carbonatée au Dévonien moyen et supérieur. Le Carbonifère est représenté par les conglomérats et grauwackes du Tournaisien supérieur suivis d'une série calcaro-pélitique du Viséen inférieur et moyen probable. La structuration de l'unité d'Azrou est caractérisée par un écaillage intense accompagnant et suivant un épisode de plissement à schistosité subhorizontale, et déversé vers l'Ouest ou le NW.

Le bloc d'Akachmir est constitué de dolomies largement fracturées du Lias inférieur [7], entourées de coulées volcaniques et éboulis quaternaires. Ces dolomies sont massives, ruiniformes, avec des niveaux à stromatolithes et à laminites. Les basaltes sont essentiellement alcalins et proviennent des cônes stromboliens du plateau d'Azrou. Leur âge est environ 2,5 MA [8]. Les coulées volcaniques sont localement masquées par des éboulis et des limons quaternaires dont les éléments grossiers sont arrachés aux collines paléozoïques voisines (fig.2). Le substratum est constitué de formations schisteuses et argileuses attribuées à l'Ordovicien moyen-supérieur et des écailles de schistes calcaires déformés du Dévonien [2].

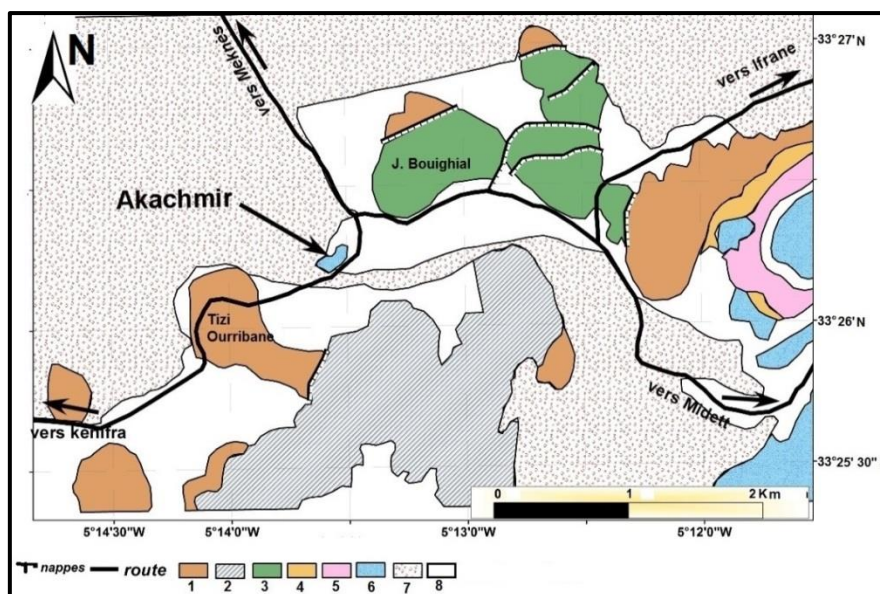


Figure 2: extrait de la carte géologique d'Azrou au 1/50000 [7]. 1-2 : Ordovicien, 3 : Dévonien, 4-5 : argiles et basaltes du Trias, 6 : Dolomies du Lias inférieur, 8 : formations quaternaires, 7 : basaltes quaternaires.

2.3 Caractéristiques lithostratigraphiques du rocher akachmir

De point de vu lithostratigraphique, le rocher d'Azrou est constitué de dolomies massives et ruiniformes. Dans sa partie méridionale, on rencontre des niveaux de brèches dont les lithoclastes sont des fragments de schistes et de grès paléozoïques et le liant est de nature dolomitique. Ces fragments, de quelques centimètres de longueur, sont allongés et émoussés ; ce qui témoigne d'un transport court et le dépôt s'est fait dans un milieu peu profond (fig.3). Ce faciès est caractéristique du Lias inférieur de la bordure de l'Accident de Tizi n'Terhtène [9]. La brèche pourrait avoir une origine tectonique.

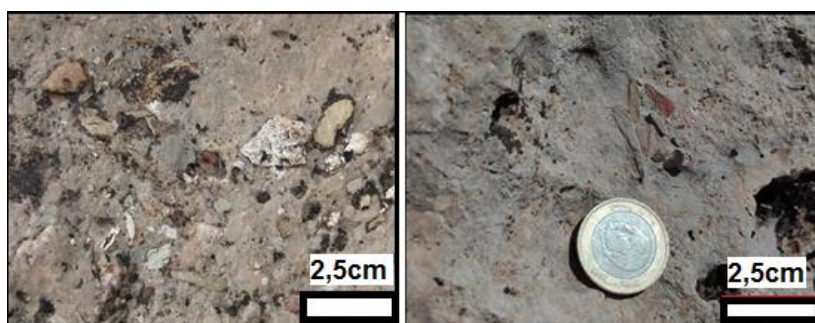


Figure 3: La figure montre le lithoclastes dans les dolomies du rocher d'Azrou.

Par endroit, des dolomies à stromatolithes apparaissent (fig.4) : ces dolomies sont caractéristiques du Lias inférieur du causse moyen atlasique [9]. La structure des stromatolithes est souvent fine, de couleur variable, généralement rubanée ou ondulée attestant d'une importante activité algale et caractérise les milieux médio à supralittoraux.



Figure 4: La figure montre le dolomie à stromatolithes du rocher Akachmir.

A la base du flanc occidental du rocher, affleurent des formations travertineuses liées à des sources qui jaillissaient à la base de ce rocher. A la sortie des eaux riches en carbonates de calcium, l'agitation favorise le dégagement du CO₂ et la précipitation de la calcite au tour des tiges des mousses qui colonisent ces sources. Sur le flanc oriental, on note la présence de concrétions de calcite sous forme de draperies. Ces concrétions au ruissellement des eaux chargées en carbonates de calcium le long de la paroi du rocher. Ces formes de concrétion apparaissent aussi à l'extrémité inférieure des tubes creusés dans la paroi du rocher. L'eau de pluie ou de neige acide provoque la dissolution des parois de ces canaux en périodes froides. A la sortie des conduits, l'augmentation de la température provoquerait la précipitation de la calcite, ce qui favorise la formation des draperies de calcite en surface du rocher.

2.4 Tectonique, karstification et volcanisme

Le rocher d'Azrou est affecté par plusieurs familles failles dont les plus importantes sont de direction N025°-045°E, et N160°-170°E (fig.5). Ces failles sont pour la plupart verticales et nous n'avons pas rencontré d'indices permettant de connaître leur cinématique.

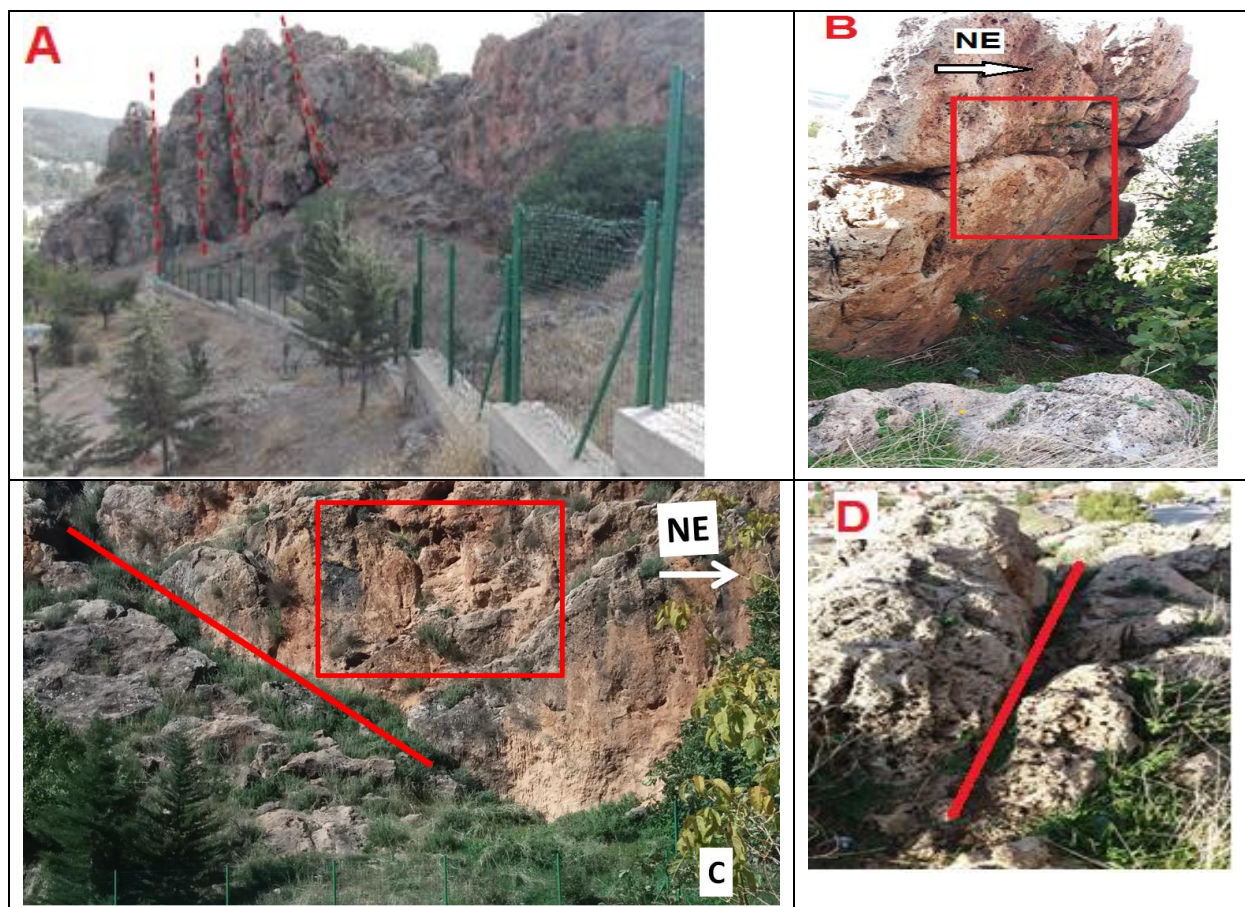


Figure 5 : Plans de failles traversant le rocher Akachmir (photos prises le 18/12/2018). A. Failles N045°E, B. Plan de faille N042°E, C. faille N045°E et plan de faille, D. faille N045°E.

Au nord d'Akachmir, à la base du rocher on observe un banc de quelques mètres d'épaisseur (fig.6). Il est formé de calcaires à joints marneux du Dévonien supérieur [7]. Ces bancs ont une direction N040° E et un pendage de 40° vers le SE. Cette déformation est due au raccourcissement de direction N120°E qui a affecté le bassin d'Azrou-Khénifra au

viséen [10, 11]. Ce raccourcissement est à l'origine de la mise en place des unités allochtones issues des domaines orogéniques orientaux [10].



Figure 6 : Calcaire à joints marneux du Dévonien supérieur.

La surface du rocher est affectée par de nombreuses failles et des fissures qui leur sont liées. Ces différentes fractures sont exposées aux eaux acides des précipitations ; ce qui favorise le développement de modèles karstiques de différentes tailles.

Parmi ces formes karstiques, on distingue (fig.7) :

- Les lapiés sont des rainures de dissolution tracées sur les surfaces calcaires : peu profondes, elles forment des rigoles plus profondes et des crevasses.
- Les micro-conduits : C'est un drain vertical ou horizontal faisant transiter l'eau d'un point à un autre et résultant de l'élargissement de fissures ou d'inter-strates.



Figure 7 : La figure montre le lapié et abri sous roche au niveau du rocher Akachmir.

Les mêmes karsts sont rencontrés dans le Moyen Atlas [12, 13, 14]. Le développement du karst au Moyen Atlas aurait dû commencer dès le Miocène supérieure [12]. Selon cet auteur, les processus de karstification ont continué au Pliocène, période considérée alors plus humide et favorable à une intense érosion karstique des terrains calcaréo-dolomitiques. Au Pléistocène la karstification est guidée par la tectonique et par l'alternance de conditions bioclimatiques. Situé en bordure du Moyen Atlas, l'érosion karstique du rocher Akachmir serait contemporaine de celles des terrains carbonatés du Moyen Atlas.

Au SE du rocher, à la limite avec la coulée basaltique quaternaire, on rencontre des brèches volcaniques (fig.8). Il s'agit de fragments de basalte de taille variable noyés dans un ciment carbonaté qui a subi une cuisson. Les fragments sont majoritairement arrondis ce qui témoigne de la ductilité de la lave qui est à l'origine de ces clastes. La fragmentation de la coulée se produit lorsque la lave chaude s'écoule sur le sédiment carbonaté froid. La chaleur de la lave conduit à la mise en place d'un film de vapeur d'eau et de CO₂ à l'interface lave-sédiment. C'est l'instabilité de ce film de vapeur qui conduit à la fragmentation de la lave et à la formation de cette brèche volcanique [15].

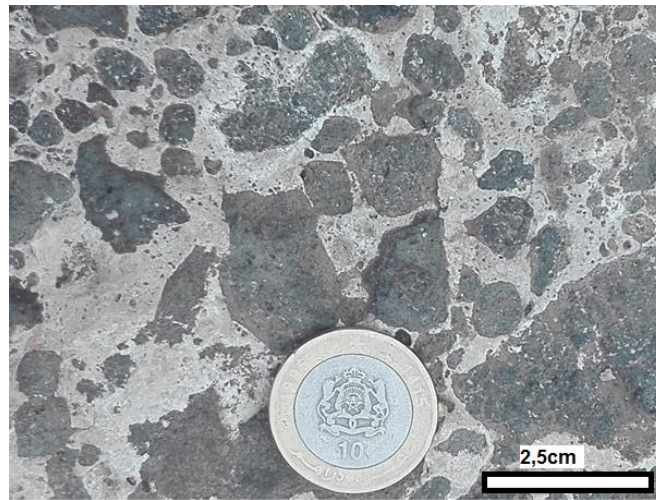


Figure 8 : Brèche volcanique du SE du rocher Akachmir.

3. DISCUSSION

Le rocher d’Azrou est un paquet de dolomies du Lias inférieur isolé dans la bordure nord orientale du Massif central. Il surmonte les terrains paléozoïques et il est entouré de basaltes quaternaires du côté méridional et des éboulis quaternaires du côté septentrional.

En bordure occidentale du Causse moyen atlasique (depuis la région d’El-Hajeb jusqu’à Mrirt), on note le détachement de plusieurs blocs de dolomies liasiques qui glissent sur les argiles triasiques pour s’arrêter à la base de ces argiles. D’autres blocs, y compris le rocher d’Azrou se trouvent très loin sur des terrains paléozoïques ou plio-quaternaires. Dans ce cas, il s’agit de failles bordières, jouant en distension [12], qui ont provoqué l’abaissement de plusieurs paquets du Lias inférieur. Dans le cas d’Akachmir, il est aligné avec les collines de Jbel Bou-Ighial et Tizi 'Moulay al-Hassan. Cet alignement coïncide avec le passage d’une faille N020°E. Il s’agit d’une branche du réseau de failles de Tizi n’Teghtène. Cette faille a joué en distension lors de la surrection du Moyen Atlas qui a commencé au Miocène supérieur [16, 17, 18, 19, 20]. En se basant sur ces données et en corrélation avec les travaux de Du Dresnay (1975) nous avons réalisé une coupe synthétique passant par le rocher d’Azrou (fig.9).

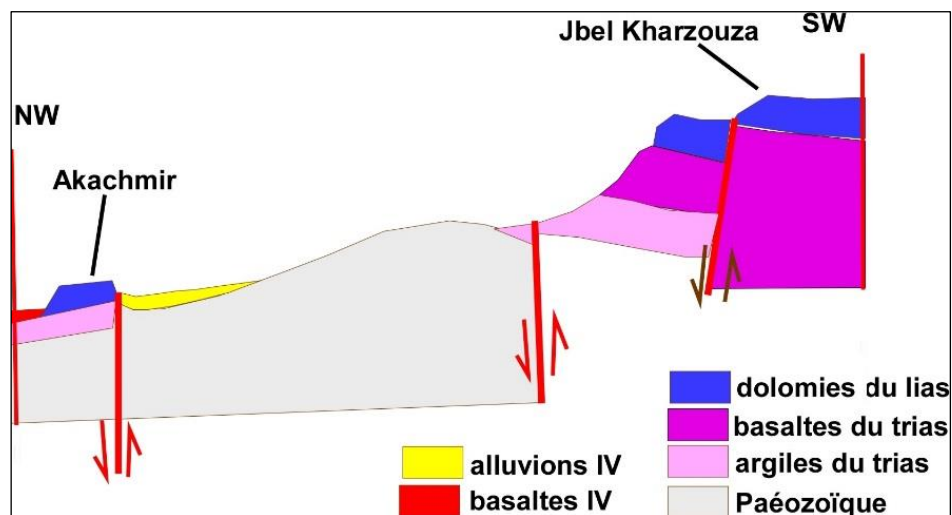


Figure 9 : Coupe géologique schématique passant par le rocher d’Azrou.

La situation du rocher d’Azrou au centre de la ville et surplombant le complexe sportif municipal ; fait de ce site un lieu fréquenté par le public. Cependant l’aménagement de sa bordure sud-est par l’installation d’une plateforme en béton et le scellement des failles empêche la délimitation du rocher et l’étude des failles scellées. On note aussi que les abris-sous roches ont été affectés par les gens qui les fréquentent et ils sont remplis de déchets ménagers.

4. CONCLUSION

Akachmir est un paquet de dolomies du lias inférieur détaché de la bordure du causse moyen atlasique au cours du Mio-Pliocène. Il a été postérieurement affecté par des failles N045°E et N170°E héritées de l’orogénèse hercynienne et qui ont rejoué au cours du Plio-Quaternaire. L’eau qui s’infiltré à travers les fractures va dans un premier temps dissoudre les formations carbonatées et favorise le développement des différentes formes karstiques. Puis dans un

second temps, l'eau va redéposer cette matière dissoute en créant des formations caractéristiques comme les travertins et les draperies de calcite. Ce rocher offre donc une illustration pédagogique du cycle des carbonates en milieu continental.

Le passage des coulées basaltiques quaternaires à sa proximité a favorisé la formation de brèches volcaniques. Ces brèches caractérisent la paroi de la coulée lavique issue des volcans du plateau d'Azrou. À l'ouest du rocher, affleurent des formations paléozoïques déversées vers l'est ; elles témoignent la direction NW-SE de la contrainte qui serait responsable de l'orogénèse hercynienne. Ces différentes formations et structures font de ce rocher un patrimoine géologique pédagogique pour les enseignements de Géologie. Le sommet du rocher sert de plate-forme pour les photographes amateurs qui prennent des photos de la ville à partir de ce point élevé. À côté de ce géosite, une variété de géosites à intérêt volcanique, géomorphologique, tectonique, sédimentaire, archéologique a été identifiée, ce qui qualifie le Moyen Atlas d'un géoparc.

Le rocher Akachmir est soumis aux activités humaines qui ont masqué sa bordure orientale et ont même scellé des failles par le béton. Ces activités anthropiques sont à l'origine de la dégradation de ce patrimoine géologique. C'est pour ces raisons, parmi d'autres, que le rocher Akachmir mérite d'être protégé et valorisé.

5. REFERENCES

- [1]. Bouabdelli M. Stratigraphie et évolution structurale du Paléozoïque d'Azrou (NE du Maroc Central). *Thèse 3ème cycle, Univ. L. Pasteur, Strasbourg*, (1982).164p.
- [2]. Bouabdelli, M. Tectonique et sédimentation dans un bassin orogénique : le sillon d'Azrou-Khénifra (Est du massif Hercynien central du Maroc). *Thèse de Doctorat d'Etat, Université Louis Pasteur, Strasbourg* (1989).262 p
- [3]. Huvelin P. Mouvements hercyniens précoces et structure du Jbel Hadid près de Khénifra (Maroc). *C. R. Acad., Paris* (1969) t. 269(22 à 25) : 2305-2308.
- [4]. Huvelin P. Mouvement hercyniens précoces dans la région de M'irt (Maroc). *C. R. Acad. Sci.*, 1970 ; *Paris*, 271, D, pp: 935-955.
- [5]. Huvelin P. (1971). Les déformations hercyniennes précoces dans la région comprise entre Azrou-Aguelmous et Khénifra (Maroc. Hercy. Central) *C. R. d'activité, SEGM*. Rabat (inédi)
- [6]. Allary, A., Lavenu A. and Ribeyrolles M. Etude tectonique et microtectonique d'un segment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc Central. *Notes et Mémoires, Service Géologique*. Maroc. (1976); 261: 169.
- [7]. Faure-Muret A., Meslouh S. 2005. Carte géologique d'Azrou au 1/50 000. *Notes et Mémoires n° 461 du Service Géologique Du Maroc*. Feuille NI-30-VI-2d.
- [8]. El Azzouzi M., Maury R.C., Bellon H., Youbi N., Cotten J. et Kharbouch F. Petrology and K-Ar chronology of the Neogene-Quaternary Middle Atlas basaltic province, Morocco. *Bulletin de la Société Géologique de France* (2010). 181 (3): 243-257. Available on : <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.181.3.243>
- [9]. El Arabi, H. Etude stratigraphique et sédimentologique du lias aux confins du causse moyen atlasique et du Moyen Atlas plissé (Maroc). *Thèse du 3è cycle U.P.S, Toulouse*, (1987). 225p.
- [10]. Piqué A. Conclusions générales : Le Massif central et la Meseta orientale ; leur place dans la chaîne hercynienne marocaine. *Bulletins de l'institut Scientifique, Rabat*. (1994); 18 : 201-205.
- [11]. Bouabdelli M. Tectonique de l'Est du Massif hercynien central (zone d'Azrou-Khénifra). *Bulletin de l'institut. Scientifique, Rabat*, (1994). 1994, N° 18, pp. 145-168.
- [12]. Martin J. Le Moyen Atlas Central, étude géomorphologique. *Thèse de Doctorat publiée par Services géologiques Maroc*, (1981). n° 256 bis, 445 p.
- [13]. Sadkaoui D. Gourari L., Benabdelhadi M., El Arabi H., Ouja A. & Fountoune M. Etude géomorphologique De Boutkhoubaye au Nord-Est de Michlifène (Moyen Atlas, Maroc). *Actes de la sixième Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM6) Tanger*. (2014). p 47-59.
- [14]. Sadkaoui D. Etude géomorpho-structurale de la région d'Ifrane-Guigou (moyen Atlas, Maroc). *Thèse de Doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Fès, Maroc*. (2016). 224 p.
- [15]. Aubray A., Thomas P., Mollex D., Avisseau F., Lefebvre B. Les pillows-lavas et brèches volcaniques de la pointe de Lostmarc'h (Presqu'île de Crozon, Finistère). Available on: <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/volcanisme-ordovicien-Lostmarch.xml#breches>. (2015).
- [16]. Mattauer, M., Tapponnier, P. and Proust, F. Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales. L'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. *Bulletin de la Société Géologique de France*. (1977) ; 7(3): 521-526.
- [17]. Charrière A. Héritage hercynien et évolution géodynamique alpine d'une chaîne intracontinentale : le Moyen Atlas au SE de Fès (Maroc). *Thèse d'Etat, UPS Toulouse*, (1990). 589 p.
- [18]. Sabaoui, A. Structure et évolution alpine du Moyen Atlas septentrional sur la transversale Tleta des Zerarda-Merhraoua (Sud-Ouest de Tara, Maroc). *Thèse de 3ème cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, France*, (1987). 171 p.
- [19]. Frizon de Lamotte, D., Saint Bézard, B., Bracène, R. and Mercier, E. The two main steps of the Atlas building and geodynamics of the western Mediterranean. *Tectonics*. (2000).19: 740-761.
- [20]. Missenard Y. Le relief des Atlas Marocains : contribution des processus asthénosphériques et du raccourcissement crustal, aspects chronologiques. *Thèse d'Etat, Université de Cergy-Pontoise, France* (2006). 237p.
- [21]. Du Dresnay R. & Sauter G. (1975). Carte géologique d'El Hajeb au 1/100 000. *Notes et Mémoires n° 160 Services géologiques du Maroc*. Rabat, Maroc.



Cite this article: Driss Sadkaoui, Mohammed Benabdelhadi, Abdel-Ali Chaouni, Brahim Benzougagh, Ferdaouss Lakhili, and Amina Tajdi. AKACHMIR : UN GEOSITE DE LA VILLE D'AZROU (MAROC). *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2019; 8(3): 93-99.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>