

LES DIAPIRS DE L'ATLAS SAHARIEN CENTRAL (NORD DE L'ALGÉRIE), UNE ACTIVITÉ PERMANENTE AU QUATERNAIRE

Ahmed NEDJARI¹, Souhila BAGDI-ISSAAD², Mohamed CHETTIH³, Menad SADI⁴, Ahmed SERKHANE^{2,4}, Rabah DJEDDI^{2,4} et Sabrina CHIRAK⁴

RÉSUMÉ

Le diapirisme est un processus géologique classique dans l'Atlas saharien (Nord de l'Algérie). Les déformations tectoniques impliquent des dépôts évaporitiques du Trias qui arrivent en surface et affleurent toujours en position anormale, associés aux structures géologiques. Dans leur ascension, ils déforment les niveaux traversés, permettant de déterminer le laps de temps au cours duquel ce diapirisme fut actif. C'est ainsi que les dépôts sédimentaires quaternaires, autour des deux principaux diapirs, Kheng El Melah et le complexe d'El Khodor, sont peu consolidés mais déformés. Leur position et aspect montrent clairement que cette déformation est en relation avec le diapirisme qui demeure ainsi actif durant tout le Quaternaire et l'Actuel.

Mots-clés - Atlas saharien - Diapirisme - Quaternaire - Tectonique - Diapir de Kheng El Melah - Diapir d'El Khodor.

THE DIAPIRS OF THE CENTRAL SAHARAN ATLAS (NORTHERN ALGERIA), A PERMANENT ACTIVITY DURING THE QUATERNARY

ABSTRACT

Diapirism is a classical geological phenomena in the Tell Atlas (Northern Algeria). Triassic evaporitic deposits reach the surface and exclusively outcrop in an abnormal position with regards to more recent deposits. As they rise, these deposits deform the levels through which they cross, making it possible to determine the elapsed time during which the diapirism was active. The study of the Quaternary deposits around the two main diapirs of Kheng El Melah and the El Khodor complex, provides the possibility to identify mainly unconsolidated but deformed sediments. The position and appearance of these Quaternary and current deposits clearly indicate that their deformation is related to the diapirism, which remained active throughout the entire Quaternary and continues currently.

Keywords - Saharan Atlas - Diapirism - Quaternary - Tectonic - Diapir of Kheng El Melah - Diapir of El Khodor.

¹CSA : Comité de Stratigraphie de l'Algérie.

²Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger.

³Laboratoire des Ressources en Eau, Sols et Environnement, Université de Laghouat.

⁴Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA), Lot 11 décembre 1960, El Biar, Algérie.

Auteur correspondant : Nedjari Ahmed. E-mail: nedjaria@gmail.com.

I- INTRODUCTION

De nombreux diapirs ponctuent l'Atlas saharien central (Abed, 1982 ; Ait Ouali, 1992 ; Herkat, 1992 ; Meddah, 1998) à l'instar de celui de Kheng El Melah (Nedjari, 2023), du rocher de sel de Djelfa (Kulke, 1972) ou du complexe diapirique d'El Khodor.

Néanmoins, quelque soit la région considérée, le développement de ces diapirs implique un moteur, un processus tectonique et des conditions rhéologiques dans un contexte général de tectonique transpressive.

Dans le cas de l'Atlas saharien, ils sont mis en place lors des phases tectoniques de l'orogénèse alpine (à l'Eocène supérieur et au Miocène inférieur, Perthuisot et Rouvier, 1992). Ces objets géologiques sont en grande partie liés à la géométrie, à l'évolution structurale du substratum et aux déformations successives, contrôlées elles-mêmes par la cinématique des Maghrébides (Kazi Tani, 1986 ; Herkat, 1992 ; Perthuisot et Rouvier, 1992 ; Meghraoui *et al.*, 1996 ; Meddah, 1998).

Les premiers mouvements diapiriques sont enregistrés dès le Jurassique (Perthuisot et Rouvier, 1992), souvent le long d'accidents décrochants NE-SO. Les mouvements coulissants extensifs du début du Crétacé génèrent des rides. Les percements se produisent à l'intersection de deux directions structurales NO-SE et NE-SO (Herkat, 1992 ; Perthuisot et Rouvier, 1992). De la fin du Crétacé et durant la première moitié du Tertiaire, les structures déjà perçantes continuent leur ascension, alors que d'autres naissent dans un contexte extensif en général. L'étude des dépôts quaternaires dans l'Atlas saharien central, « adossés » à ces diapirs, montre que leur activité se poursuit au Quaternaire et à l'Actuel et ce, de manière permanente. En illustration, nous décrirons deux coupes : celle de Kheng El Melah (Sidi Tifour) du Quaternaire récent et celle d'El Khodor (Ain El Orak), dont les dépôts appartiennent au Quaternaire récent et ancien (fig.1).

II- LE QUATERNAIRE RECENT DE LA BORDURE OUEST DU DIAPIR DE KHENG EL MELAH

Le Quaternaire de l'Atlas saharien a été très peu étudié. Néanmoins, celui de la partie centrale de cette chaîne (feuille de Laghouat au 1/500 000) est relativement mieux connu.

Il a été décrit par Estorges (1969, 1970-1972) pour les cartes de Laghouat, d'El Bayadh et de Brezina, en termes de glacis et de terrasses.

Les terrasses sont associées aux grands oueds de la région. La sédimentation y est continentale avec des faciès détritiques alluviaux (de climat aride), des conglomérats et des grès, pouvant évoluer rapidement latéralement.

Les glacis, vastes surfaces au pied de la chaîne, sont destinataires des produits d'érosion des reliefs environnants, associés à des encroûtements gypseux le plus souvent.

À défaut d'une nomenclature locale du Quaternaire, les auteurs font parfois des emprunts à celle en usage au Maroc (*in* Meghraoui, 2021).

En l'absence de datations, ils sont subdivisés en fonction de leur étagement, en Quaternaire ancien, Quaternaire moyen et Quaternaire récent (fig. 2).

C'est ainsi que le Quaternaire ancien comporte deux niveaux morphologiques :

- la haute surface, des lanières résiduelles à blocs grossièrement émousés, fortement encroûtés ;
- un glacis à galets et encroûtements, attribué au Moulouyen.

La haute surface clôture cette évolution. Un soulèvement modéré suivi d'un creusement fait surgir le relief montagneux et forme les structures.

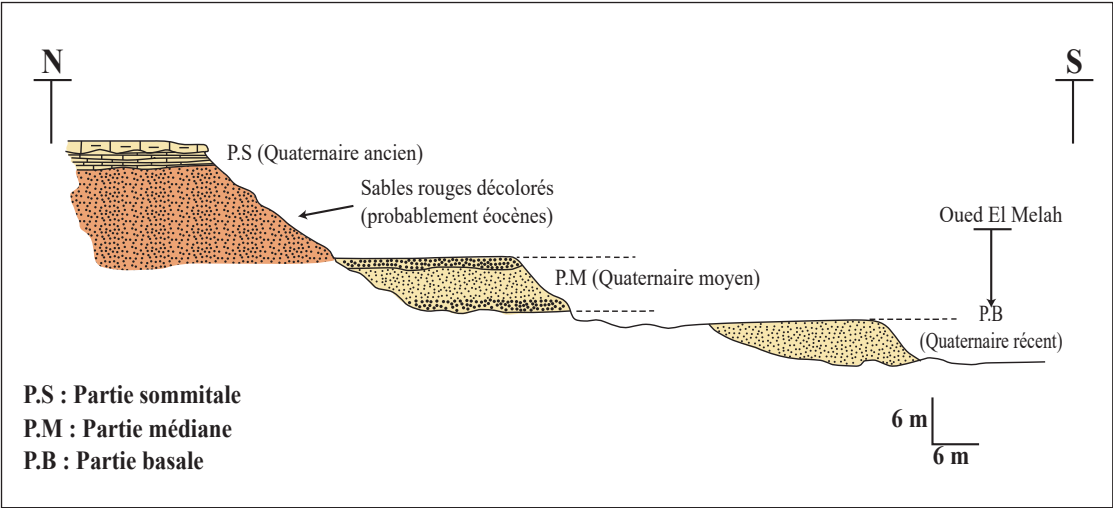


Fig. 2- Coupe géologique du Quaternaire d'Oued El Melah (Estorges, 1969).
Cross section of Oued El Melah Quaternary (Estorges, 1969).

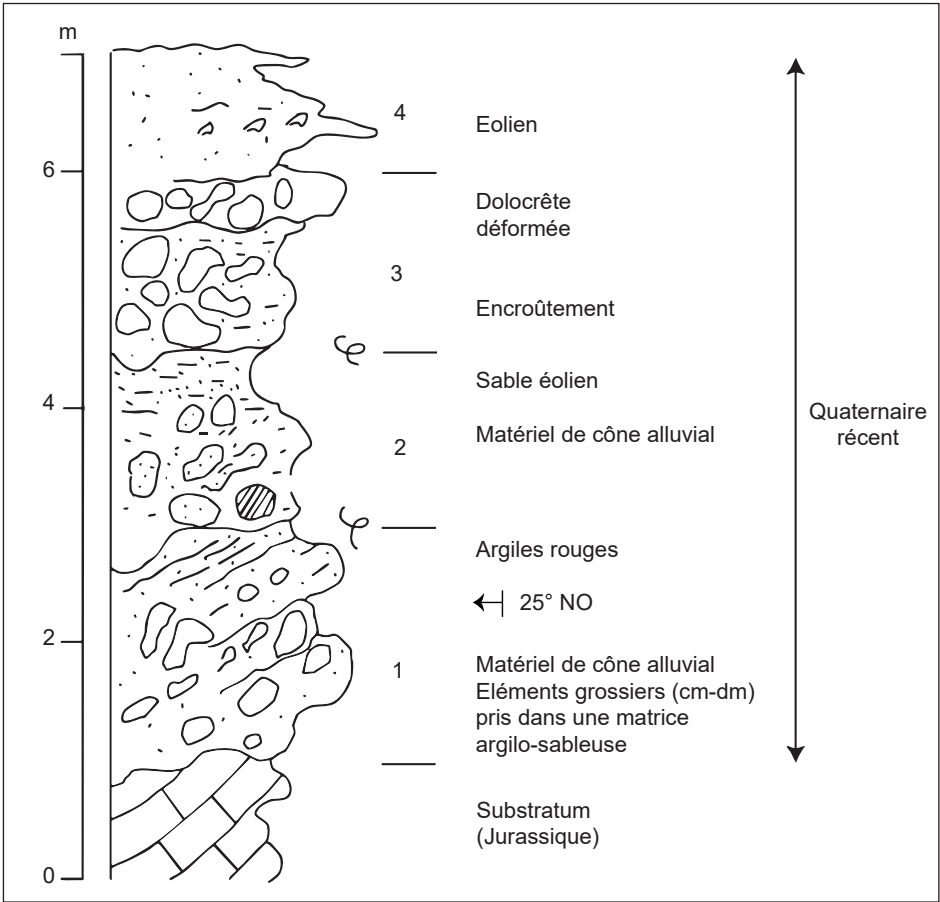


Fig. 3- Coupe stratigraphique du Quaternaire récent de Kheng El Melah.
Stratigraphic cross-section of the Upper Quaternary of Kheng El Melah.

Les remblaiements de ce type furent fréquemment retrouvés en zones saharienne et présaharienne. Ils sont bien connus dans toutes les cluses méridionales de l'Atlas saharien.

La découverte d'une industrie lithique au sommet du remblaiement permet de le rapporter à l'Ibéro-Maurusien, datée entre 20 000 et 10 000 ans.

Amara et Haddouche (1979), Amara et Ferhat (1986), Haddouche (2001) et Amara *et al.* (2002) ont daté le sommet du remblaiement dans l'Atlas à Boussaâda à 13100 ± 250 BP (GIF 4349). Leur base est de l'Atérien, une culture qui s'est développée au Maghreb et au Sahara entre 40 000 et 20 000 ans et leur sommet à de l'Ibéro-Maurusien.

À El Haouita, la datation obtenue est de 8220 ± 820 BP (Amara *et al.*, 2002).

La mise en place de ces remblaiement s'est donc effectuée lors du Quaternaire récent.

À 120 km à l'ouest de la ville de Laghouat, en bordure de la route qui mène de Tadjrouna à Sidi Tifour, le diapir de Kheng El Melah est une intrusion de sel triasique dans des séries du Jurassique supérieur à bancs redressés (figs. 4 et 5). Le diapir affleure en un dôme ovale qui s'étire sur 2,5 km en direction E-O et environ 1 km en N-S.

Ce diapir est composé essentiellement, de sel gemme. Dans son ascension, il a entraîné dans le désordre : argiles violines, silts, grès fins, dolomies et roches magmatiques vertes de type ophite.

II.1- Description de la coupe de Kheng El Melah

Le Quaternaire de la coupe de Kheng El Melah (épaisseur : 8 m) affleure dans un petit talweg à l'ouest du diapir en contrebas de la route qui mène à Sidi Tifour. En raison de sa

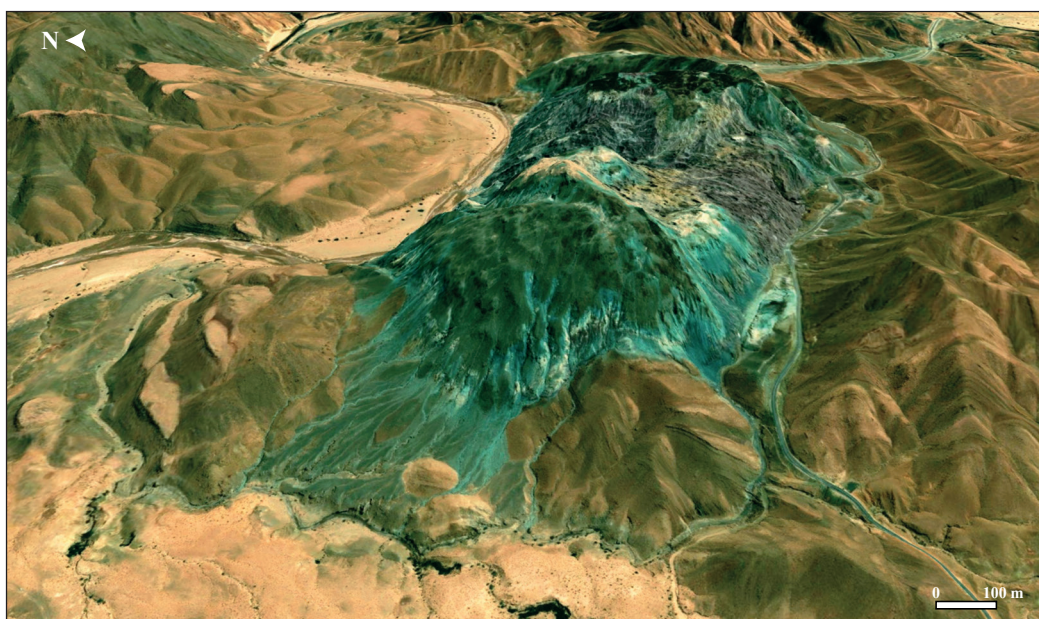


Fig. 4- Image Google Earth du diapir de Kheng El Melah (couleur verdâtre).

Google Earth image of the Kheng El Melah diapir (green color).



Fig. 5- Le diapir de Kheng El Melah (Sidi Tifour, El Bayadh).
Kheng El Melah diapir (Sidi Tifour, El Bayadh).

position topographique basse et par analogie au faciès des dépôts à El Haouita, il est attribué au Quaternaire récent. Son substratum (fig. 3) est un ensemble gréseux jurassique fracturé, disloqué par l'activité du diapir. Les couches plongent de 40° vers le NNO.

À l'analyse, ce Quaternaire (figs. 3, 6 et 7) montre 4 séquences, initiées par un ravinement

et limitées par une période de stabilité à l'origine de la mise en place de matériel éolien, de pédogénèse, avec un développement en surface de croûtes gypseuses.

Ce sont des dépôts de cônes (fig. 8), composés de blocs et de galets (ophites, grès et dolomies), d'argiles, de sel et de sable éolien. A l'exception du sable éolien, ce matériel a été



Fig. 6- Vue d'ensemble de la coupe du Quaternaire récent de Kheng El Melah. La flèche indique le début de la coupe.

Overview of the Kheng El Melah Upper Quaternary cross-section. The arrow indicates the beginning of the section.

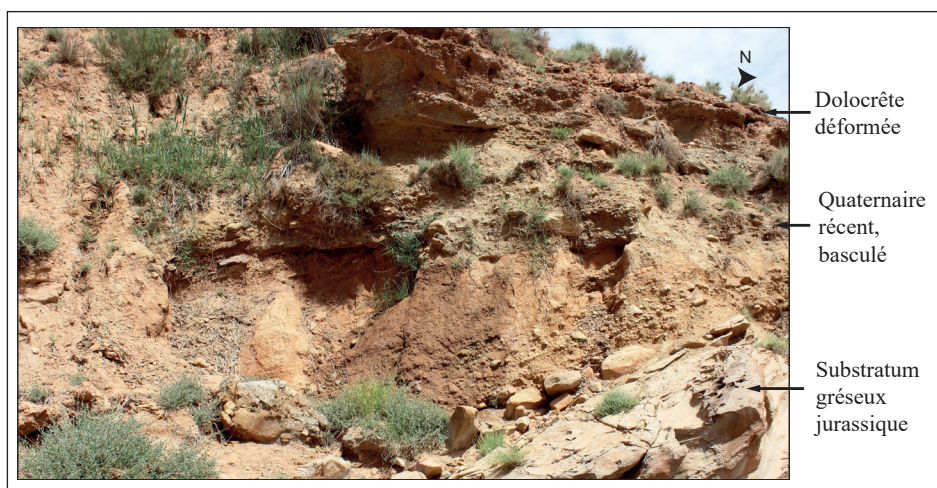


Fig. 7- Détails de la coupe du Quaternaire récent de Kheng El Melah.

Details of the cross-section of the Upper Quaternary of Kheng El Melah.

pour l'essentiel, entraîné par le diapir dans son ascension ou fourni par l'encaissant jurassique.

La séquence 1, d'une épaisseur de 3 m, associe des galets et des blocs dans une matrice argilo-sableuse (fig. 8). Le sable est fin, de matériel éolien. Des argiles rouges, sableuses plus ou moins marmorisées, en forment la suite. Cette séquence est basculée de 25° vers le NO en raison d'une reprise de l'activité du diapir.

La seconde séquence (épaisseur : 1,50 m) ravine profondément la précédente (figs. 9 et 10).

Ce cône se différencie du précédent par des roches vertes, des ophites en blocs et galets. L'activité du diapir a généré un nouveau profil topographique, la remontée en surface des roches vertes et la reprise de la sédimentation. La partie supérieure est constituée d'argiles sableuses ocre. Du sable éolien clôture cette séquence.

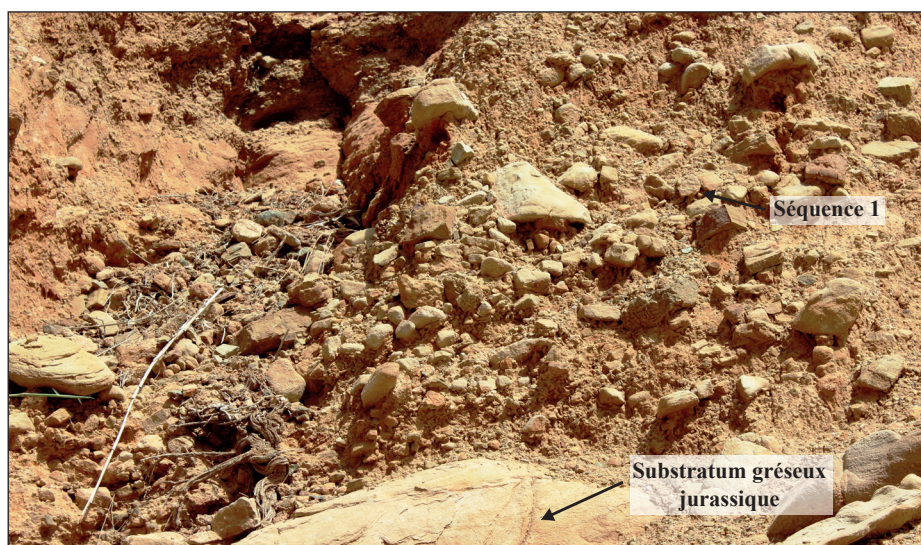


Fig. 8- Détails de la séquence 1 et de son substratum gréseux.

Details of the sequence 1 and its sandstone substratum.

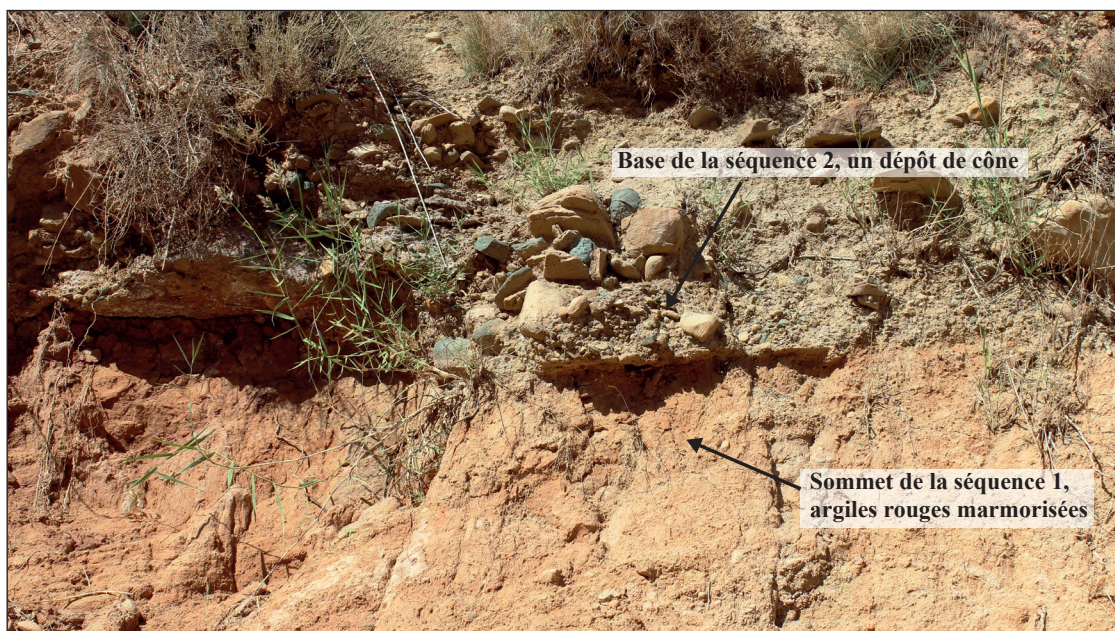


Fig. 9- Base de la coupe, sommet de la séquence 1 et base de la séquence 2.
Base of the section, top of sequence 1 and base of sequence 2.



Fig. 10- Détail de la séquence 2 (échelle : le marteau fait 25 cm de long).
Detail of sequence 2 (scale : the hammer is 25 cm long).

La séquence 3 (épaisseur : 1,50 m) correspond à un changement de régime avec des nappes gravitaires (fig. 11). Le matériel demeure inchangé : blocs et galets, argiles sableuses.

La fin correspond à une période de stabilité au cours de laquelle se développent des encroûtements : dolocrête, gypscrête (fig.12).

La dernière séquence (épaisseur : 2 m) est essentiellement sableuse, principalement du matériel éolien (fig. 13).

II.2- Interprétation

L'analyse de ce Quaternaire récent montre une activité permanente du diapir. Elle se ma-



Fig. 11- Détail de la séquence 3.
Detail of sequence 3.



Fig. 12- Fin de la séquence 3, encroûtement pluriel.
End of sequence 3, multiple crust formations.

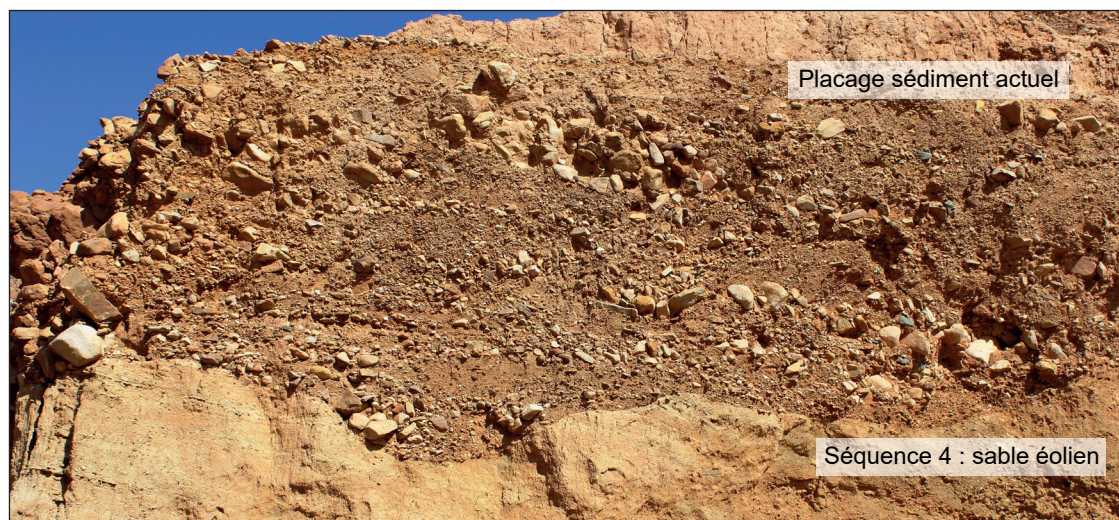


Fig. 13- Séquence 4, sable éolien masqué en partie par un placage de sédiment actuel.

Sequence 4, eolian sand partially partially covered by a layer of current sediments.

nifeste par un basculement du membre 1 et une création de nouvelles pentes topographiques à l'origine des différents ravinements et des décharges. Le mouvement le plus important s'est produit à la fin du membre 1 qui se retrouve basculé puis érodé. Au cours des périodes de stabilité, en fins de séquences se développent des encroûtements.

III- LE QUATERNAIRE D'EL KHODOR (EL BAYADH)

Autour du grand complexe diapirique d'El Khodor, dans la localité d'Ain El Orak (fig. 14), les dépôts du Quaternaire sont pour l'essentiel des encroûtements peu épais métriques déformés.

Plus en détail, les niveaux ayant été observés autour d'El Khodor sont une croûte calcaire (cc) ainsi que des dépôts du Quaternaire récent et de l'Actuel.

Au contact des diapirs, la croûte calcaire (cc) se trouve déformée considérablement. Cette dernière est plissée et perchée (fig. 15).

Autour de ces diapirs, nous avons pu observer des dépôts du Quaternaire récent posés

sur le Trias (fig. 16). Ils semblent plissés sous l'effet des mouvements verticaux en relation à l'ascension du Trias.

Les dépôts holocènes qui recouvrent le Trias sont également perturbés et fortement enrichis en évaporites, leur donnant un aspect plus consolidé (fig. 17).

IV- DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans l'Atlas saharien central, les dépôts quaternaires mitoyens ou adossés au diapir de Kheng El Melah ou à celui du complexe diapirique d'El Khodor montrent :

- **Sur le plan de la déformation** : des basculements, des plissements de couches, des perturbations synsédimentaires, de l'érosion par rajeunissements successifs.

- **Sur le plan de la dynamique sédimentaire** : des séquences (cas de la coupe de Kheng El Melah) qui, dans une cyclicité comportent :

- un ravinement initiateur ;
- une période de sédimentation où le ma-

tériel livré par le diapir évolue avec le temps en fonction de ce qui est remonté en surface ;

- une période de stabilité au cours de laquelle se développent des encroûtements, des paléosols.

Ces observations pourraient éventuellement trouver une explication dans un diapirisme actif et permanent au cours du Pléistocène, se poursuivant à l'Holocène.

Cet évènement serait-il l'expression d'une tectonique quaternaire non spectaculaire dans

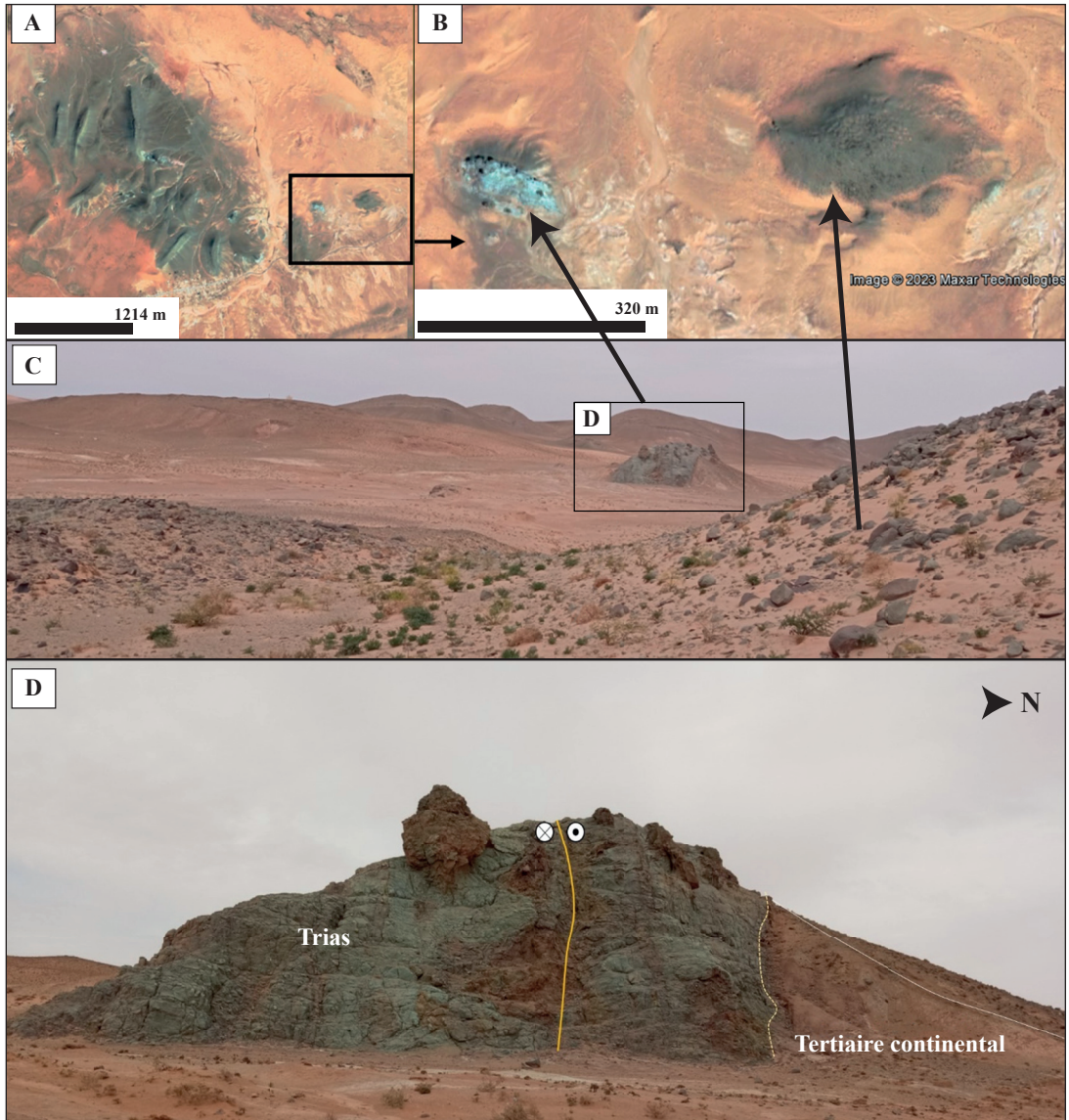


Fig. 14- **A-** Complexe diapirique d'El Khodor (image Maxar) ; **B-** Secteur d'étude (image Maxar, zoom du cadre noir) ; **C-** Photographie prise sur le terrain ; **D-** Affleurement d'ophites vertes, affectées par un décrochement dextre, en contact avec le Tertiaire continental basculé vers le Nord.

A- Diapiric complexe of El Khodor (Maxar image); B- Studied region (Maxar image, enlarged view of A); C- Field photography; D- Green ophiolites outcrop affected by a dextral strike-slip fault in contact with the Continental Tertiary which is tilted to the North.

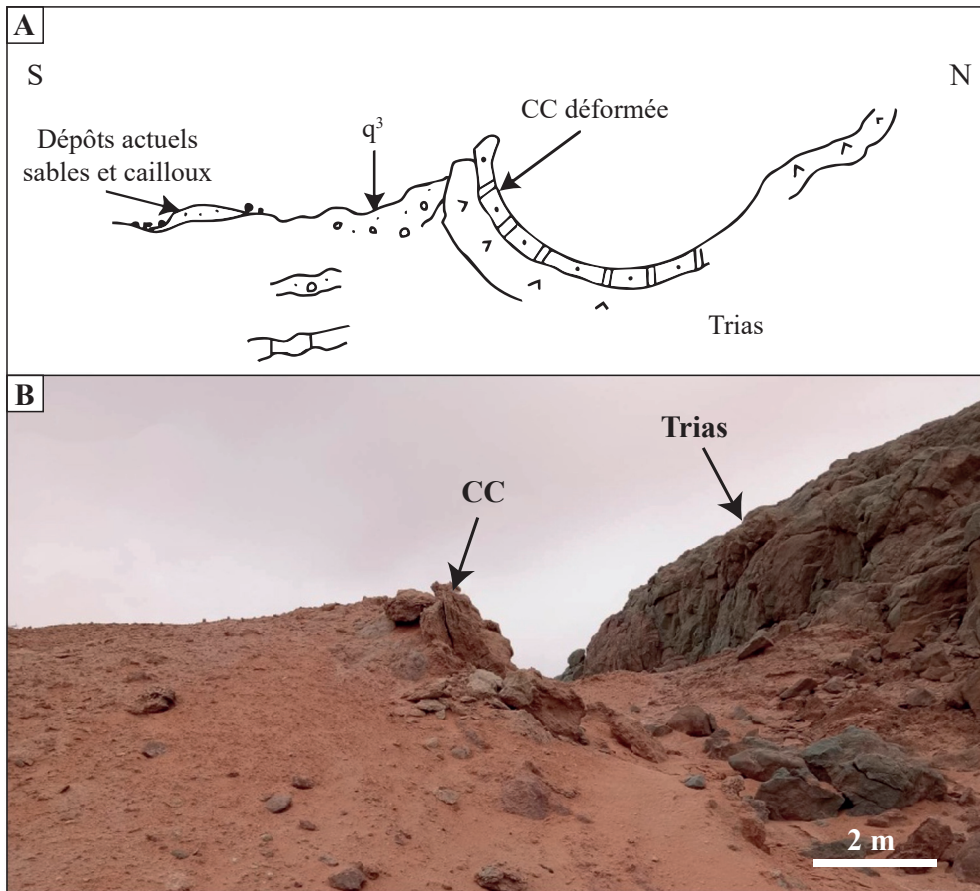


Fig. 15 - A- Coupe d'El Khodor ; **B-** Photographie montrant la croûte carbonatée déformée au contact du Trias en diapir.

A- El Khodor cross section; B- The photography shows the carbonate crust deformed in contact with the Triassic in diapir.



Fig. 16- Dépôts du Quaternaire récent indiqués par les flèches jaunes au contact de terrains triasiques (flèche blanche).

Upper Quaternary deposits indicated by yellow arrows in contact with Triassic terrain indicated by the white arrow.



Fig. 17- Dépôts holocènes (basse terrasse) (flèche bleue) et dépôts du Quaternaire récent au contact de terrains triasiques montrés en figure 16. Ici, le Trias est recouvert par des sables éoliens actuels.

Holocene deposits (lower terrace) in blue arrow and Upper Quaternary deposits in contact with Triassic terrains shown in Fig. 16. Here, the Triassic is overlain by recent eolian sands.

l'Atlas saharien central en raison de son éloignement de la marge nord très active (Meghraoui, 1988 ; Meghraoui *et al.*, 2021 ; Bagdi-Issaad, 2021) mais amplifiée ici par le diapirisme qu'elle induit ?

À priori, ceci n'est pas à exclure car les dépôts quaternaires de la région peuvent renfermer des expressions même très discrètes liées au régime transpressif, engendré par le rapprochement des plaques africaine et eurasiatique, notamment pour le Quaternaire ancien (Meghraoui *et al.*, 2021). Dans ce dernier, Kazi Tani (1986) signale une phase tectonique dans la région.

Par ailleurs :

- Bettahar *et al.* (1996) décrivent dans la région d'El Kohol (Brezina, El Bayadh) une phase de déformation par réactivation de failles, qu'ils attribuent au Plio-Quaternaire.

- Harbi *et al.* (2010) et Yelles-Chaouch *et al.* (2022) rapportent une activité sismique récente dans l'Atlas saharien : Djelfa (2006) ($M_w=5,1$), El Biod Sidi Cheikh (2009) ($M_d=5,0$), Aflou (2012) ($M_d=4,9$) et Biskra (2016) ($M_w=5,2$).

Au Maroc, entres autres, sur la bordure nord du Haut Atlas, un jeu décrochant dextre récent génère un chevauchement engageant localement les alluvions quaternaires (Morel *et al.*, 2000 ; Sébrier *et al.*, 2006 ; Boulton *et al.*, 2016 ; Boulton *et al.*, 2019).

Néanmoins, l'origine des déformations quaternaires autour des diapirs de l'Atlas saharien reste à affiner à l'échelle de toute la chaîne.

BIBLIOGRAPHIE

ABED, S. 1982. Lithostratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur

- du Djebel Amour (Atlas saharien central, Algérie). *Thèse de Doctorat, Université de Pau et des pays de l'Adour, Pau (France)*, 242 p.
- AIT OUALI, R. 1992.** Etude des stades diagénétiques des séries carbonatées du Jurassique terminal des Monts des Aurès et des Oulad Nail. *Thèse de Doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau (France)*, 251 p.
- AMARA, A. ET HADDOUCHE, A.-E.-K. 1979.** Existence d'un remblaiement type El Haouita à Boussada (Algérie). *Evolution géomorphologique de la région libyca XXVI-XXVII*, pp. 25-36.
- AMARA, A. ET FERHAT, N. 1986.** Signification climatique des remblaiements type El Haouita. *Colloque Paléoécologie des régions subsahariennes, Béni Abbès, 20 au 30 Octobre 1986*, pp 41-51.
- AMARA, A., AUMASSIP, G., FERHAT, N. ET HADDOUCHE, A.-E.-K. 2002.** Les remblaiements type El Haouita, un exemple de sédimentation ponctuelle en zone désertique. 1^{er} séminaire national de stratigraphie. *Mémoire du Service Géologique de l'Algérie, 11, ORGM. ORGM-CSA Boumerdes 6,7,8 Novembre 2000*.
- BAGDI-ISSAAD, S. 2021.** Géomorphologie tectonique des pli-failles quaternaires du Tell Atlas (Nord de l'Algérie). Modélisation et caractéristiques seismogènes. *Thèse de Doctorat, Université de Strasbourg*, 309 p.
- BETTAHAR, A., HABANI, H. ET MEDAOURI, M. 1996.** Analyse structurale d'un tronçon de l'accident sud atlasique El Kohol (Brézina) Atlas saharien occidental (Algérie). *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, vol. 8, n°1, pp. 81-94.
- BOULTON, S.-J., STOKES, M., VANDEVELDE, J. AND MATHER, A. 2016.** When did the Moroccan High Atlas Mountains get high? Constraints on neo-and active tectonics from fluvial geomorphology and palaeoaltimetry. Crestone, CO 81131 USA.
- BOULTON, S.-J., VANDEVELDE, J.-H. AND GRIMES, S.-T. 2019.** Palaeoenvironmental and tectonic significance of Miocene lacustrine and palustrine carbonates (Ait Kandoula Formation) in the Ouarzazate Foreland Basin, Morocco. *Sedimentary Geology*, 383, pp. 195-215.
- ESTORGES, P., AUMASSIP, G. ET DAGORNE, A. 1969.** El Haouita un exemple de remblaiement fini-Wurmien. *Lybica*. XVII, pp. 53-92.
- ESTORGES, P. 1970 ET 1972.** Notice des cartes géologiques de Laghouat et El Bayadh, non publiées.
- ESTORGES, P. 1978.** Résumés manuscrits relatifs à un projet d'étude sur le Piémont du Djebel Amour, 53 p.
- HADDOUCHE, A.-E.-K. 2001.** Données nouvelles sur les remblaiements type El Haouita. L'homme du Maghreb et son environnement depuis 100 000 ans. Coll intern. Maghnia Algérie, 27-30 Novembre 1989, *Alger CNR-PAH*, pp. 45-54.
- HARBI, A., PERESAN, A. AND PANZA, G.-F. 2010.** Seismicity of Eastern Algeria : a revised and extended earthquake catalogue. *Natural hazards*, 54, pp. 725-747.
- HERKAT, M. 1992.** Manifestations diapiriques du Trias dans les séries du Crétacé supérieur de l'Atlas saharien et des Aurès. *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, vol. 3, n°1, pp. 15-27.
- KAZI TANI, N. 1986.** Evolution géodynamique de la bordure Nord africaine. Le domaine intra plaque Nord Algérie. Approche méga-

- séquentielle. *Thèse Es Sciences, Univ.Pau. (Algérie)*. 2 vol., 870 p.
- KULKE, H. 1972.** Le rocher de sel de Djelfa (Atlas saharien algérien). Géologie et morphologie. *Bull. Soc. Hist. de l'Afr. du Nord*, pp. 81-134.
- MEDDAH, A. 1998.** Etude géologique des appareils diapiriques de l'Atlas saharien occidental (Monts des Ksour). Essai de synthèse sur les diapirs atlasiques. *Thèse de Magister, USTHB-Alger*, 174 p.
- MEGHRAOUI, M. 1988.** Géologie des zones sismiques du Nord de l'Algérie : Paléosismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique. *Thèse d'État, Université Paris-11*, 356 p.
- MEGHRAOUI, M., MOREL, J.-L., ANDRIEUX, J. ET DAHMANI, M. 1996.** Tectonique plio-quaternaire de la chaîne tello-rifaine et de la mer d'Alboran ; une zone complexe de convergence continent-continent. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 167(1), pp. 141-157.
- MEGHRAOUI, M., MAOUCHE, S., CHAID-SAOU- DI, Y., BAGDI-ISSAAD, S. ET NEDJARI, A. 2021.** Les caractéristiques du Quaternaire du Nord de l'Algérie : apport de la tectonique active, géomorphologie, paléontologie, pré-histoire, paléo-climatologie et paléomagnétisme. *Mémoire du Service Géologique de l'Algérie*, n° 22, pp.11-54.
- MOREL, J.-L., ZOUINE, E.-M., ANDRIEUX, J. ET FAURE-MURET, A. 2000.** Déformations néogènes et quaternaires de la bordure nord haut atlasique (Maroc) : rôle du socle et conséquences structurales. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 30, n° 1, pp.119-131.
- NEDJARI, A. 2023.** Algérie, patrimoine géologique. *Edition de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie*, 270 p.
- NEDJARI, A., MERABET, S. ET CHETTIH, M. 2022.** Les remblaiements de type El Haouita revisités (Quaternaire récent, Atlas saharien central) : organisation séquentielle, mécanismes de mises en place, signification climatique, corrélations avec les cycles de Milankovitch. *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, vol.31, n°1, pp. 99-126.
- NEDJARI, A., BAGDI-ISSAAD, S., CHETTIH, M., SADI, M., SERKHANE, A., DJEDDI, R. ET CHIRAK, S. 2024.** Le Quaternaire de l'Atlas saharien central et des confins nord sahariens : approche géodynamique (article à paraître)
- PERTHUISOT, V. ET ROUVIER, H. 1992.** Les diapirs du Maghreb central et oriental : des appareils variés, résultants d'une évolution structurale et pétrographique complexe. *Bull. Soc. Géol. France*, t.163, n°6, pp. 751-760.
- SÉBRIER, M., SIAME, L., ZOUINE, E.-M., WINTER, T., MISSENARD, Y. AND LETURMY, P. 2006.** Active tectonics in the Moroccan High Atlas. *Comptes rendus geoscience*, 338 (1-2), pp. 65-79.
- YELLES-CHAOUCHE, A., AIDI, C., BELDJOU- DI, H., ABACHA, I., CHAMI, A., BOULAHIA, O., MOHAMMEDI, Y., CHIMOUNI, R., KHERROUBI, A., ALILLI, A. AND BENDJAMA, H. ,2022.** The recent seismicity of northern Algeria: the 2006-2020 catalogue. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 4(4), pp. 407-426.