

## Paysages géomorphologiques du Géoparc du M’Goun (Maroc) : fiches descriptives

Jonathan Bussard

Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne (Suisse)

Novembre 2022

### Introduction

L’objectif des fiches descriptives présentées dans ce document est d’apporter un éclairage approfondi sur les caractéristiques de plusieurs paysages géomorphologiques situés dans le Géoparc du M’Goun (Haut Atlas central, Maroc), notamment dans le but d’encourager la recherche et de développer la médiation scientifique autour de ces sites. 22 géosites constituent le patrimoine géologique exceptionnel sur lequel la labellisation UNESCO du Géoparc du M’Goun est fondée (<https://www.geoparc-mgoun.ma/carte-interactive-des-geosites>). Plusieurs types de géosites sont présents dans cette liste : des sites paléontologiques (traces de dinosaures), de sites géologiques (observation d’une coupe ou d’une structure géologique), des sites géomorphologiques (éléments du relief ayant un intérêt particulier, comme des cascades, des gorges, etc.) et des sites culturels ayant un lien avec la géologie (les gravures rupestres du Tizi-n-Tighrist par exemple).

Un inventaire de 35 sites géomorphologiques situés dans le Géoparc du M’Goun a été publié dans le cadre d’une thèse de doctorat (Azatour, 2021). Plusieurs autres travaux ont démontré l’intérêt scientifique élevé d’un nombre élevé de sites géomorphologiques situés dans le géoparc (Azatour, 2013 ; Bouzekraoui *et al.*, 2018 ; Harbous, 2012 ; Taqbibt, 2016) ou dans sa zone périphérique (appelée géoparc régional ; Aït Omar, 2021 ; Aït Omar *et al.*, 2021 ; Rais *et al.*, 2021 ; Louz *et al.*, 2022 ; Aït Barka *et al.*, 2022).

### Objectifs

Sur la base des précédentes études, nous proposons ici une description détaillée de huit paysages géomorphologiques représentatifs des principales caractéristiques du Haut Atlas central et donnons un aperçu de leur intérêt pour la médiation scientifique, que nous nommons *potentiel éducatif*. Pour chaque site choisi, plusieurs thématiques sont identifiées et deux critères sont évalués : la visibilité et le niveau de complexité. Les critères de sélection des sites ainsi que les propositions théoriques et méthodologiques sont décrits en détail dans un article intitulé « Les paysages géomorphologiques du Haut Atlas central (Maroc) : potentiel éducatif et éléments pour la médiation scientifique » paru dans la revue *Géomorphologie : relief, processus, environnement* (Bussard *et al.*, 2022). Cet article comporte aussi une discussion des résultats et des perspectives de recherche.



## Liste des fiches descriptives

1. Éboulement du Tizi-n-Tighza
2. Synclinal perché du Jbel Til
3. Formes glaciaires et périglaciaires du versant nord du M'Goun
4. Rocher conglomératique de Mastfrane
5. Cirque rocheux et sources de Taghia
6. Glissement rocheux d'Izourar
7. Gorges d'Ikkis
8. Badlands de la vallée des Aït Bou Oulli

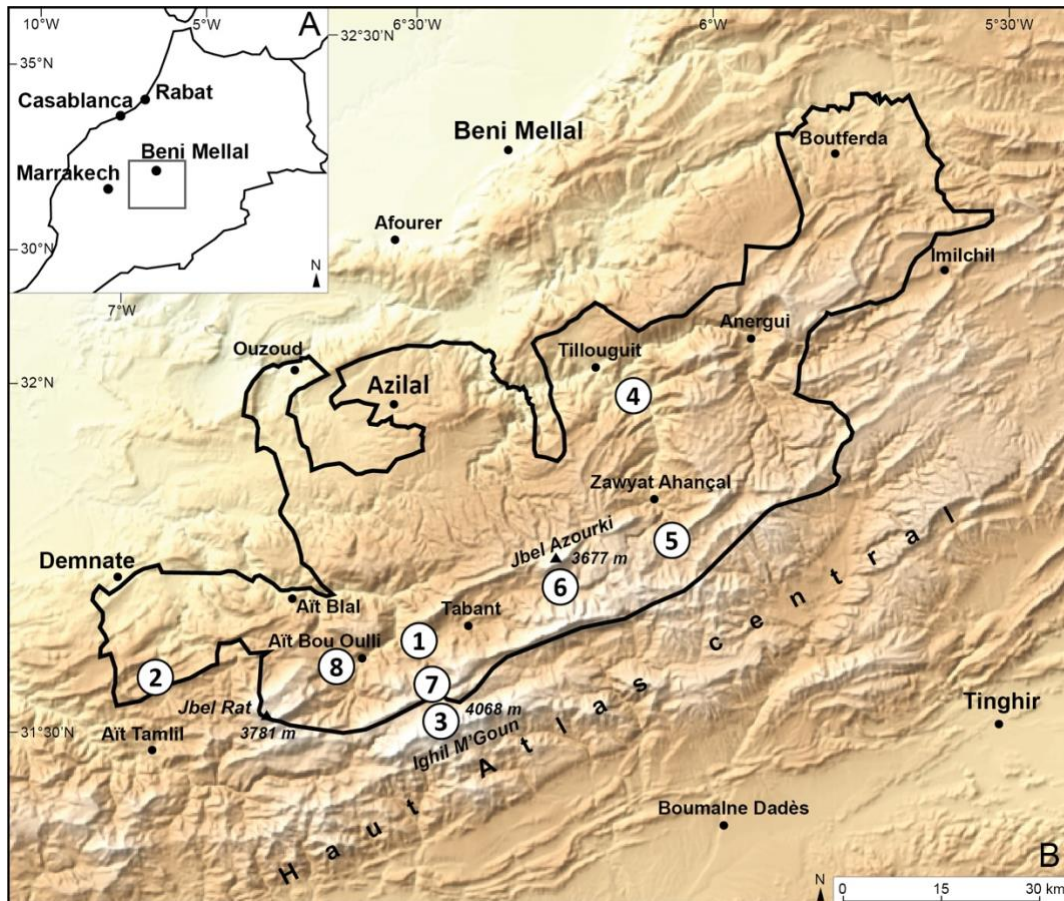


Figure 1 : Localisation des huit paysages géomorphologiques sélectionnés dans le Géoparc du M'Goun (les numéros correspondent à la liste ci-dessus. Fond de carte : © Esri, HERE, Garmin, FAO, USGS, NGA, 2022. Cartographie : J. Bussard, 2022)



## Références

**Bussard J., Martin S., Monbaron M., Reynard E. & El Khalki Y. (2022). Les paysages géomorphologiques du Haut Atlas central (Maroc) : potentiel éducatif et éléments pour la médiation scientifique. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*.**

Ait Barka A., Rais J., Barakat A., Louz E., Nadem S. (2022). The Karst Landscapes of Beni Mellal Atlas (Central Morocco) : Identification for Promoting Geoconservation and Tourism. *Quaestiones Geographicae*, 41(3). DOI : 10.2478/quageo-2022-0027

Ait Omar T. (2021). *Les géopatrimoines de la partie Nord-Est du géoparc régional du M'Goun (Moyen et Haut Atlas Central, Maroc) : Inventaire, évaluation et valorisation* (Thèse de doctorat). Université d'Angers (France) et Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal (Maroc).

Ait Omar T., El Khalki Y., Nuscia Taïbi N., El Hannani M. (2021). Les géopatrimoines de la partie nord-est du géoparc régional du M'Goun (Maroc) : représentations sociales et valorisation géotouristique. *Géo-Regards*, 14, 157-174.

Azatour M. (2013). *Les géomorphosites des communes de Demnate, de Tifni, et de Sidi Boukalf. Inventaire, évaluation, valorisation* (Mémoire de master). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal.

Azatour M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et évaluation (Haut Atlas central, Maroc)* (Thèse de doctorat). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal.

Bouzekraoui H., Barakat A., Touhami F., Mouaddine A., El Youssi M. (2018). Inventory and assessment of geomorphosites for geotourism development: A case study of Aït Bou Oulli valley (Central High-Atlas, Morocco). *Area*, 50(3), 331-343. DOI : 10.1111/area.12380

Harbous R. (2012). *Le patrimoine naturel et culturel de la commune rurale d'Ait M'Hamed : Inventaire et évaluation* (Mémoire de master). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal.

Louz E., Rais J., Ait Barka A., Nadem, S., Barakat A. (2022). Geological heritage of the Taguelft syncline (M'Goun Geopark) : Inventory, assessment, and promotion for geotourism development (Central High Atlas, Morocco). *International Journal of Geoheritage and Parks*, 10(2), 218-239. DOI : 10.1016/j.ijgeop.2022.04.002

Rais J., Barakat A., Louz E., Ait Barka A. (2021). Geological heritage in the M'Goun geopark : A proposal of geotourism itineraries around the Bine El Ouidane dam (Central High Atlas, Morocco). *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(2), 242-263. DOI : 10.1016/j.ijgeop.2021.02.006

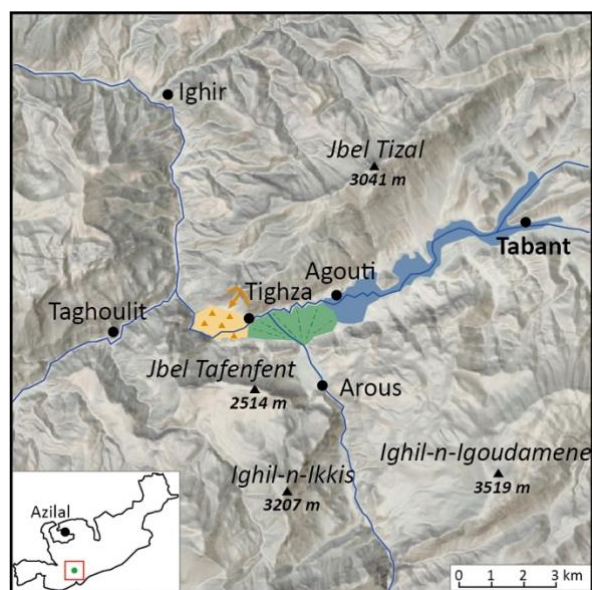
Taqibit, M. (2016). *Les géomorphosites des communes rurales de Tabant et d'Aït Bou Oulli : Inventaire, évaluation et valorisation* (Mémoire de master). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal.



## Éboulement du Tizi-n-Tighza, cône de déjection de l'Assif-n-Arous et plaine alluviale des Aït Bouguemez

Tighza (commune d'Aït Bou Oulli), Arous, Agouti (commune de Tabant)

**Brève description :** au débouché de la vallée des Aït Bouguemez vers l'aval, trois formes de grande taille témoignent de l'évolution du paysage durant le Quaternaire : (1) les dépôts d'un éboulement dont la masse s'est décrochée de l'extrémité ouest de la chaîne du Jbel Tizal, (2) un vaste cône de déjection construit par l'Assif-n-Arous, un tributaire de l'Assif-n-Aït Bouguemez prenant sa source au pied de la chaîne du M'Goun, et (3) une plaine alluviale constituée de dépôts fins d'origine lacustre.



Fond de carte : © Esri, 2021. Cartographie : J.Bussard, 2022



Coordonnées (WGS 84) : 31°37'46N 6°30'55W

Altitude : 1650 m à 1900 m

### Description

Ce site est composé de trois formes quaternaires (fig. 1) : l'éboulement du Tizi-n-Tighza, le cône de déjection de l'Arous et la plaine alluviale de la partie aval de la vallée des Aït Bouguemez, caractérisée par la présence de dépôts lacustres. Ces trois formes imbriquées ferment la vallée perchée à fond plat des Aït Bouguemez, située à cet endroit entre 1750 et 1850 m d'altitude. Immédiatement en aval des dépôts de l'éboulement, le cours d'eau Assif-n-Aït Bouguemez perd près de 300 m d'altitude en 3 km, jusqu'à la confluence avec l'Assif-n-Aït Bou Oulli venant de l'ouest.

Les dépôts grossiers d'un **éboulement** recouvrent le col Tizi-n-Tighza (1819 m), qui est franchi par la route reliant la vallée des Aït Bouguemez à Demnate. Un mélange de blocs des différentes tailles allant jusqu'à un diamètre plurimétrique est disposé de manière chaotique (photo 1). Les dépôts couvrent une surface d'environ 120 ha et sont traversés par l'Assif-n-Aït Bouguemez entre les villages de Tighza en rive droite et Tawjat en rive gauche. L'épaisseur du dépôt, qui pourrait atteindre plus de 200 m, est en partie révélée dans la gorge de raccordement du Jrou, dont l'entaille offre une coupe à travers les dépôts avant d'atteindre le substratum rocheux constitué de calcaires de la formation des Aït Bou Oulli (Jurassique inférieur, photo 2), puis, plus en aval, de coulées basaltiques du Trias supérieur. La niche d'arrachement (photo 5) est clairement visible à l'extrémité ouest de la chaîne du Jbel Tizal, qui à cet endroit prend la forme d'un pli coffré et culmine à 2403 m, soit près de 800 m au-dessus de la base du dépôt d'éboulement. La forme convexe du versant et la présence d'un plan de glissement (que l'on devine sous une couverture d'éboulis) sont des prédispositions favorables au déclenchement d'un éboulement à cet endroit.



Le village de Tighza, adossé contre les dépôts de l'éboulement, est bâti en partie sur des argiles roses déposées en fines couches subhorizontales fortement incisées par érosion régressive (photos 6 et 7). Ces argiles roses sont visibles aussi au milieu des dépôts d'éboulement, où des matériaux fins comblent une dépression sur une zone presque plane d'environ 9 ha (photo 4). Les argiles affleurent à la rupture de pente créée par l'enfoncement de l'Assif-n-Aït Bouguemez, ainsi qu'au front du cône de déjection de l'Arous, où ils alternent, de chaque côté de l'oued, avec des conglomérats de taille modeste (photos 3 et 8). La tranchée de la route principale à l'est du col permet d'observer une coupe de cette formation d'argiles roses, qui est vraisemblablement d'origine lacustre. À l'amont du cône de déjection de l'Arous, le fond de la vallée des Aït Bouguemez est une vaste cuvette à fond plat, large de près d'un kilomètre et remplie de sédiments alluviaux. La plaine alluviale se situe au centre d'une vallée qui correspond, de manière générale, au centre d'un synclinal dont l'axe est orienté est-sud-est/ouest-nord-ouest. Entre le bord est du cône de déjection et la localité de Tabant, située 7 km plus en amont, l'altitude du fond de vallée ne s'élève que de 50 m.

L'imposant **cône de déjection** qui sépare la plaine alluviale des dépôts de l'éboulement est alimenté par l'Assif-n-Arous, un cours d'eau qui prend sa source sur le versant nord de la chaîne du M'Goun (4'068 m) et qui conflue avec l'Assif-n-Aït Bouguemez après moins de 15 km depuis sa source. La distance entre l'apex et le rebord extérieur du cône varie entre 1.1 et 1.5 km. Sa surface de près de 220 ha, caillouteuse et sèche, ne permet que quelques cultures irriguées, ce qui contraste avec la plaine alluviale, intensément cultivée et couverte de végétation. L'Assif-n-Arous traverse le cône dans une gorge de 10-15 m de profondeur creusée dans des matériaux conglomératiques fins et consolidés (photo 9). Le front du cône est incisé par l'Assif-n-Aït Bouguemez. Le rebord d'érosion, très raide, voire subvertical sur une vingtaine de mètres de hauteur, laisse apparaître une succession de conglomérats de différentes tailles (blocs, galets, graviers) et de dépôts plus fins, sableux, argileux ou marneux.

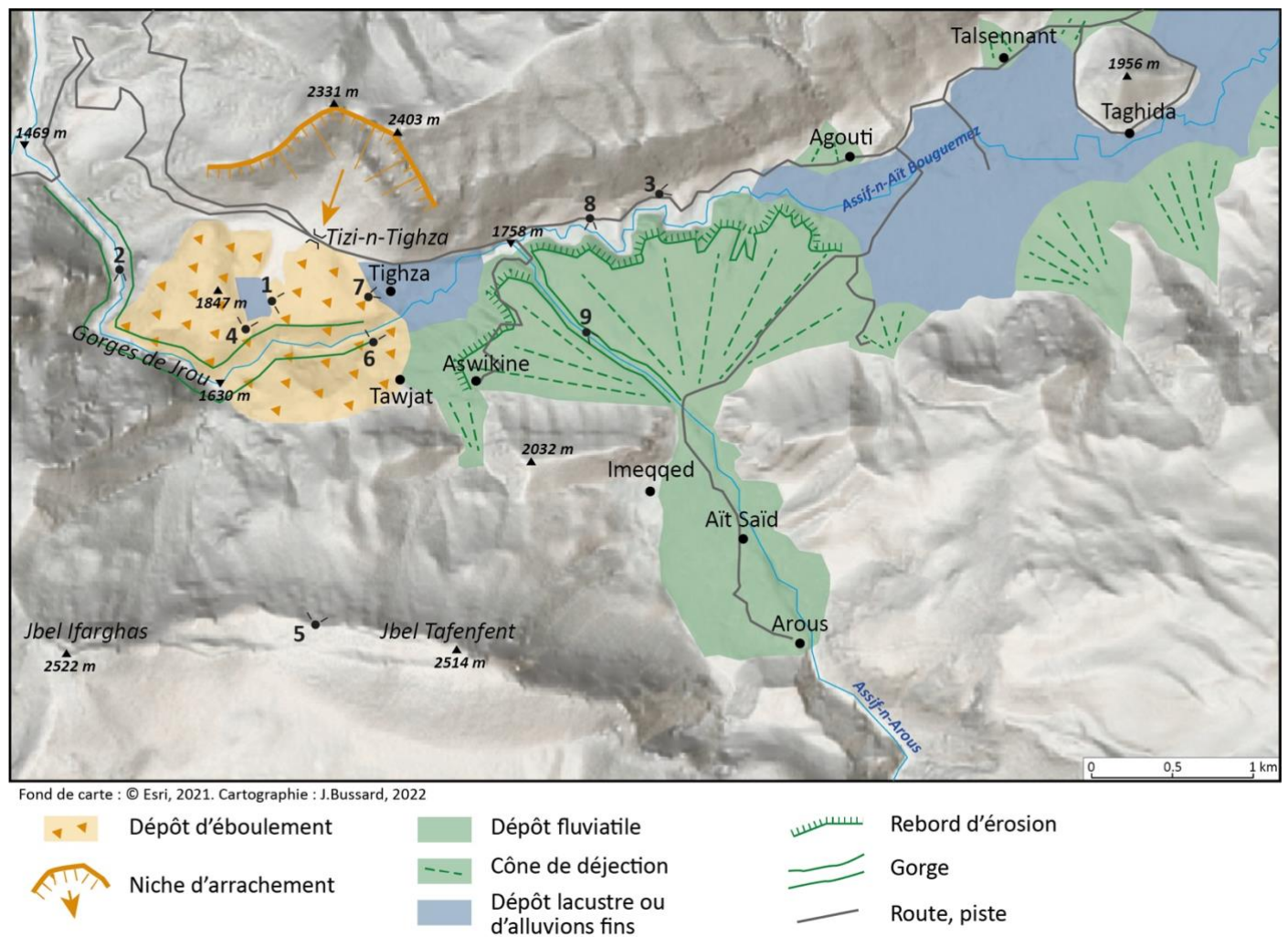


Fig. 1 : Carte géomorphologique simplifiée de l'éboulement du Tizi-n-Tighza et du cône de déjection de l'Assif-n-Arous. Les numéros indiquent les prises de vue des photos annexées.



## Morphogenèse

L'imposant cône de déjection de l'Assif-n-Arous a repoussé le cours de l'Assif-n-Aït Bouguemez contre le flanc nord de la vallée, mais sa présence n'explique pas à elle seule celle des dépôts lacustres mentionnés plus haut. La présence de dépôts lacustres vers le village de Tighza, à l'aval du cône de déjection, et jusqu'à une altitude de près de 1'820 m – soit légèrement au-dessus du rebord actuel du cône de déjection – prouve que le barrage formé soudainement par l'éboulement du flanc sud-ouest de la chaîne du Jbel Tizal est le principal responsable de la formation d'un lac, petit à petit comblé et dont les dépôts ont été recreusés par la rivière. La succession de dépôts conglomératiques et argileux visible au front du cône de déjection montre qu'il y a eu des périodes de forts apports sédimentaires par l'Assif-n-Arous (ce sont les dépôts conglomératiques) alternant avec des périodes de sédimentation plus fine, dont le dépôt des argiles roses d'origine lacustre.

D'après Couvreur (1981 : 581), l'éboulement daterait de la fin du Pléistocène inférieur (« Salétien » selon la terminologie du Quaternaire marocain), ce qui correspond à peu près aux observations de M. et J. Monbaron (2015 : 80), qui placent l'éboulement dans le « Quaternaire ancien, il y a environ 1.5 Ma ». Après l'éboulement, la sédimentation au débouché de la vallée d'Arous a oscillé en fonction des périodes de plus ou moins forts apports sédimentaires jusqu'à former ce grand cône alluvial imbriqué avec des dépôts lacustres. À l'amont, le lac a été comblé par les apports d'alluvions des cours d'eau de la vallée des Aït Bouguemez, donnant à la vallée son fond plat. Parallèlement, la rivière a percé le barrage et entaillé les dépôts d'éboulement pour former la gorge de raccordement du Jrou, qui aujourd'hui atteint largement le soubassement rocheux. Le cône de déjection a aussi été incisé le long des chenaux d'écoulement de l'Assif-n-Aït Bouguemez (au front du cône) et de l'Assif-n-Arous (à travers le cône), donnant au relief sa morphologie actuelle, qui a sans doute peu évolué depuis le début de l'Holocène en dehors des aménagements des populations humaines (terrassements, remblaiements, constructions diverses) et des zones situées à proximité immédiate des cours d'eau (crues et transport de sédiments).

---

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : éboulement, paléo-lac et remplissage sédimentaire à l'amont

Visibilité : 5/5. Très bonne visibilité, tant sur les formes en général que sur le détail des dépôts (présence de plusieurs coupes). Par leur grande taille et d'importants contrastes de couleur, les formes qui constituent ce site sont très visibles dans le paysage. Le cône de déjection de l'Assif-n-Arous est particulièrement facile à repérer, car il n'est quasiment pas mis en culture, contrairement à la plaine alluviale en amont qui est recouverte de vergers et aux terrasses irriguées et cultivées qui sont aménagées sur le rebord ouest du cône, proche des villages d'Aswikine et de Tawjat. La niche d'arrachement et l'étendue des dépôts de l'éboulement du Tizi-n-Tighza sont bien visibles depuis le Jbel Tafenfent, tandis que de gros blocs caractéristiques du dépôt d'éboulement sont situés juste au bord de la route principale.

Complexité : 4/5. Plusieurs formes et processus imbriqués et consécutifs à un événement majeur (l'éboulement).

### Thème 2 : dynamique alluviale

Visibilité : 3/5. La dynamique actuelle est peu marquée, mais les dépôts fluviatiles et lacustres bien visibles témoignent de la dynamique passée.

Complexité : 4/5. Relativement complexe car il faut différencier les types de sédiments et comprendre le lien entre le type de sédiment et le type de processus lié.



## Conditions de visite

Accessibilité	<p>Facilement accessible :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Les dépôts de l'éboulement</b> sont situés au bord de la route principale Demnate — Aït Bouguemez (côté sud de la route), les dépôts lacustres sont bien visibles aux abords du village de Tighza et le long de la route entre l'Imi-n-Tighza et Agouti, au front du cône de déjection de l'Arous.</li><li>- <b>Le cône de déjection</b> peut être traversé en prenant la piste d'Agouti vers Arous. À pied, il est possible de suivre l'Assif-n-Arous dans une gorge incisée par l'oued dans le cône de déjection entre le pont sur l'Assif-n-Arous (31°37'26"N 6°29'43"W) et la confluence avec l'Assif-n-Aït Bouguemez (31°37'54.8"N 6°30'18.7"W).</li><li>- <b>La plaine alluviale</b> peut être parcourue à pied à travers les terres cultivées et les vergers.</li></ul> <p>La crête du Jbel Tafenfent offre une vue spectaculaire sur ce site.</p>
Temps de marche	Aucune marche nécessaire. Environ 2h de montée jusqu'au point de vue du Jbel Tafenfent.
Difficulté de marche	Jbel Tafenfent : moyen (sentier de montagne, T2). Le sentier est très bien marqué, mais pas balisé.
Environnement du site	Site calme et préservé, malgré sa situation en fond de vallée. Même la route principale, qui borde le site au nord, est relativement peu fréquentée.
Infrastructures touristiques	Plusieurs gîtes dans les alentours, notamment à Agouti.
Supports de médiations existants	Description vulgarisée et coupe schématique (cf. annexe 1) dans <i>La Route des Dinosaures</i> (Monbaron M. & J., 2015). Description dans <i>Le Haut Atlas central, guide alpin</i> (Fougerolles, 1981).

## Références bibliographiques

- Azatour, M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et Évaluation (Haut Atlas central, Maroc)* [Thèse de doctorat]. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane de Beni Mellal, Maroc (pp. 231-323).
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* [Thèse de doctorat]. Université de Strasbourg, France (p. 581).
- Fougerolles, A. (1981). *Le Haut Atlas central. Guide alpin*. Casablanca : Club alpin français, section de Casablanca.
- Jenny, J. (1985). *Carte géologique du Maroc, feuille Azilal au 1:100'000*.
- Jossen, J.-A. (1990). *Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000*.
- Monbaron, M., & Monbaron, J. (2015). *La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc*. Genève : Editions d'autre part (pp. 79-81).

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1-9)
- Blocs-diagrammes de l'évolution de la vallée des Aït Bouguemez (annexe 1)





*Photo 1 : gros blocs visibles en surface de l'éboulement du Tizi-n-Tighza. Au second plan à droite : des terrasses aménagées sur le rebord nord-ouest du cône de déjection de l'Arous. Photo 2 : partie étroite des gorges du Jrou dans des calcaires du Jurassique inférieur. Photo 3 : coupe à travers l'alternance des dépôts argileux et conglomératiques au front du cône de déjection de l'Arous. Photos : J. Bussard, 2021*



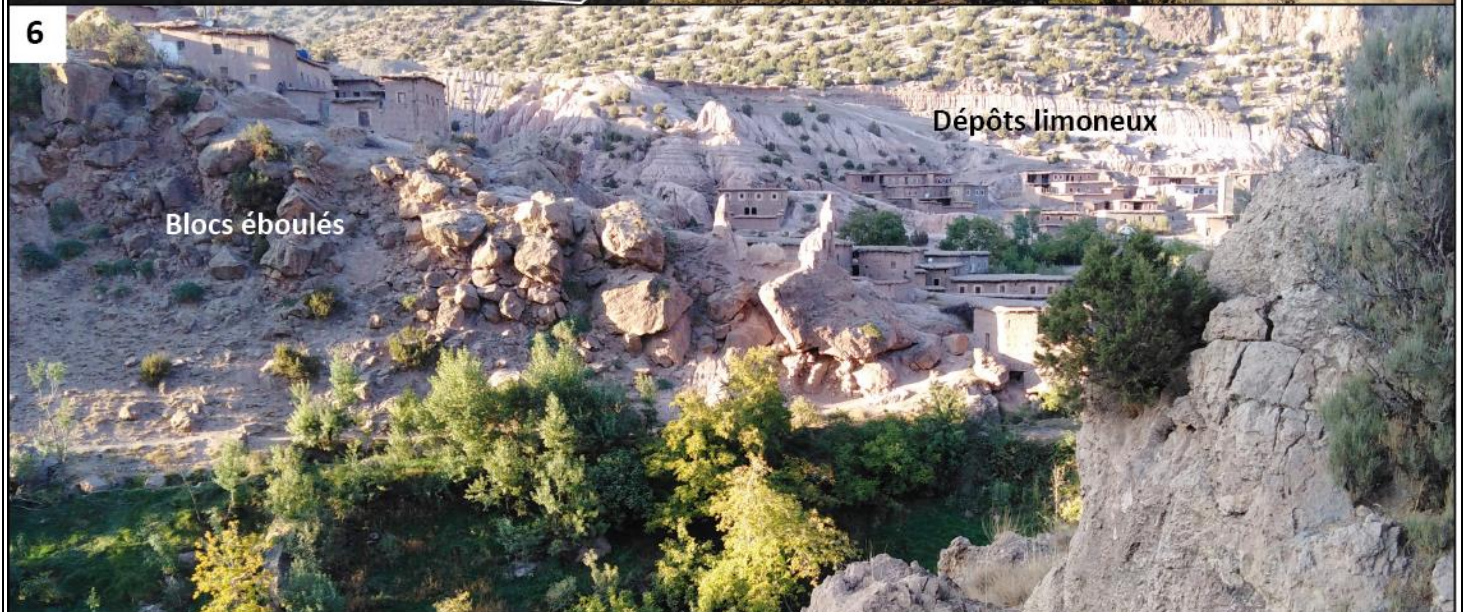
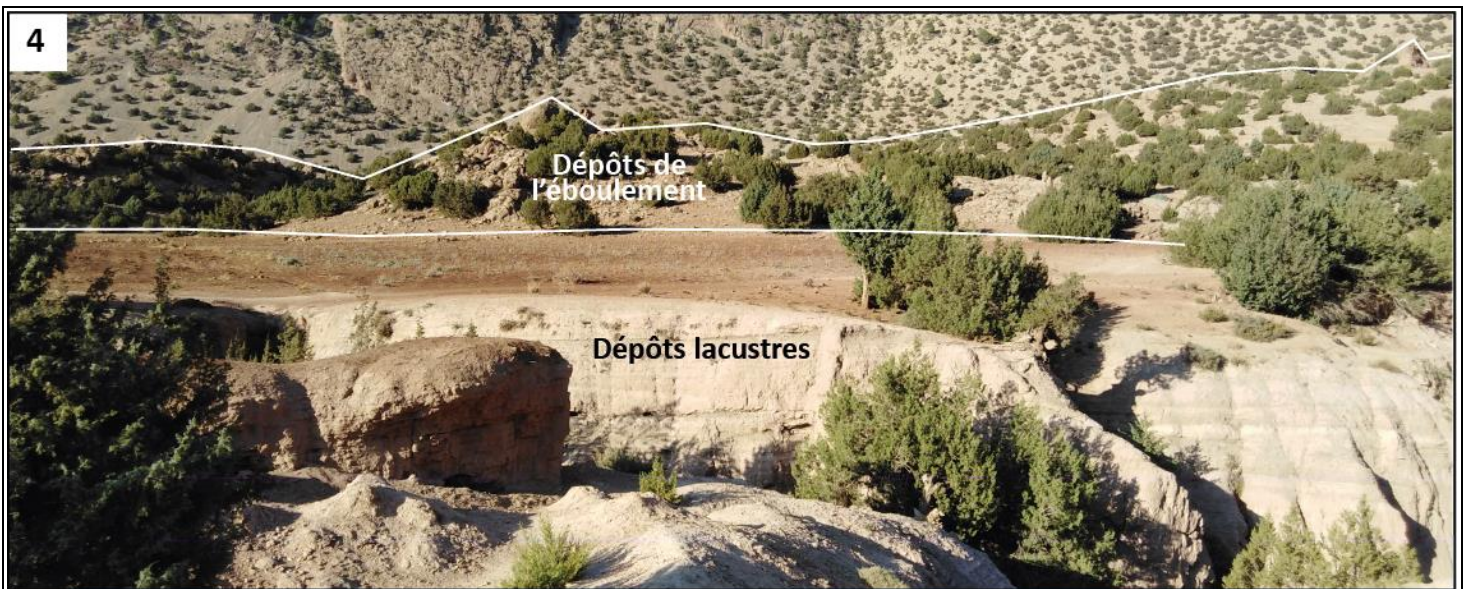
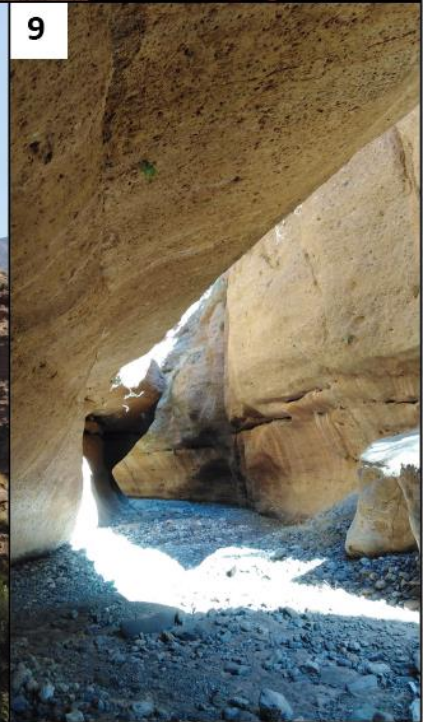
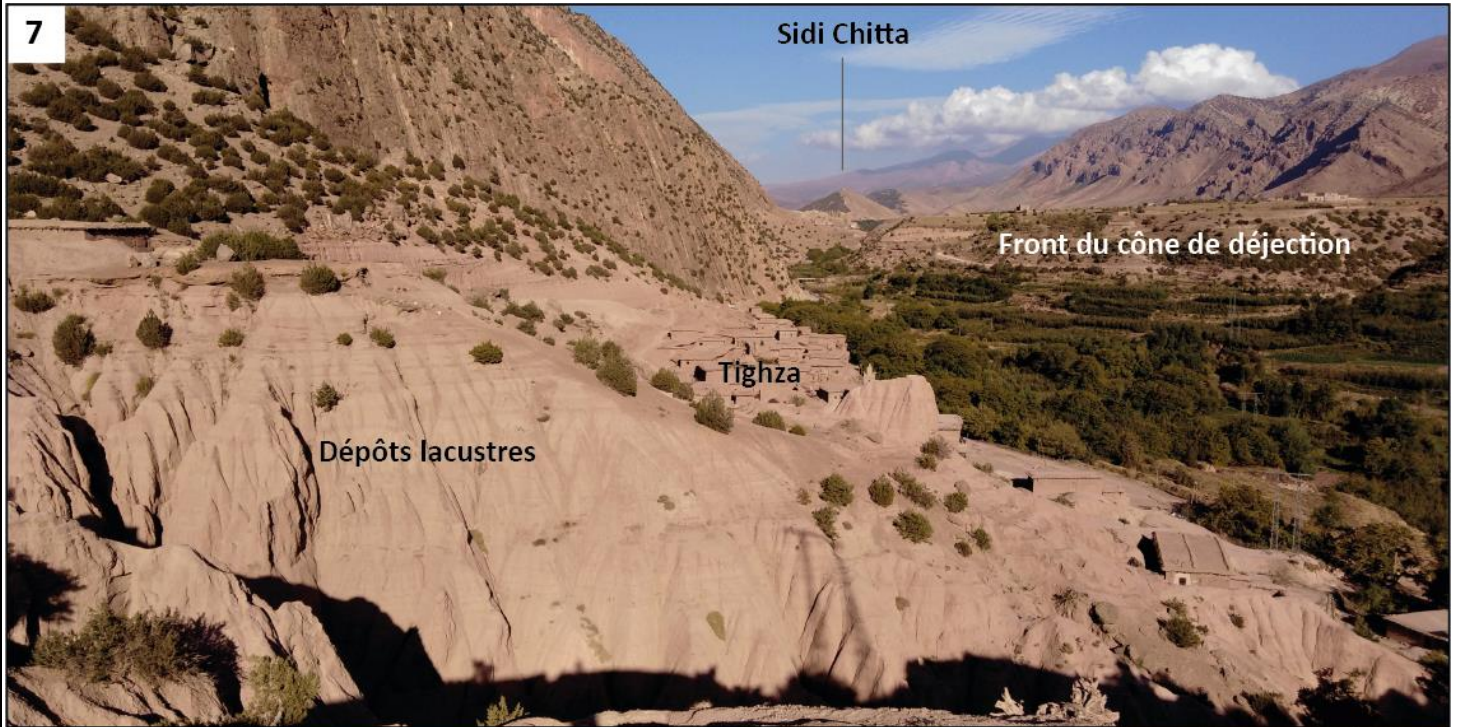


Photo 4 : la zone plane située au cœur de l'éboulement, avec une coupe des dépôts argileux sous-jacents. Photo 5 : vue de la zone de l'éboulement depuis le Jbel Tafenfent. La niche d'arrachement est particulièrement bien visible. À droite de l'image, on distingue le front du cône de déjection. Photo 6 : le village de Tighza qui, à gauche, est adossé aux dépôts de l'éboulement (on voit clairement de très gros blocs) et, à droite, repose sur des argiles roses. Photos : J. Bussard, 2021

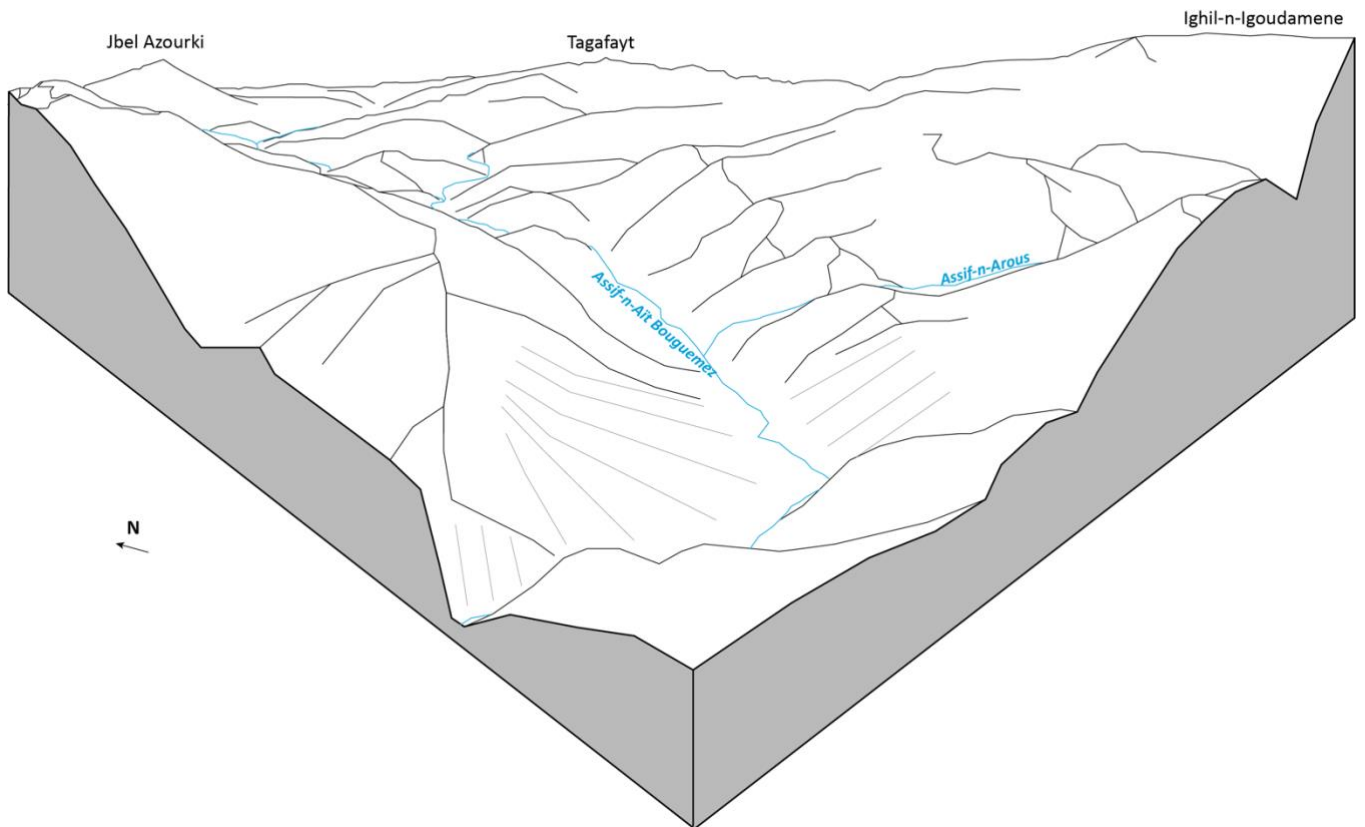




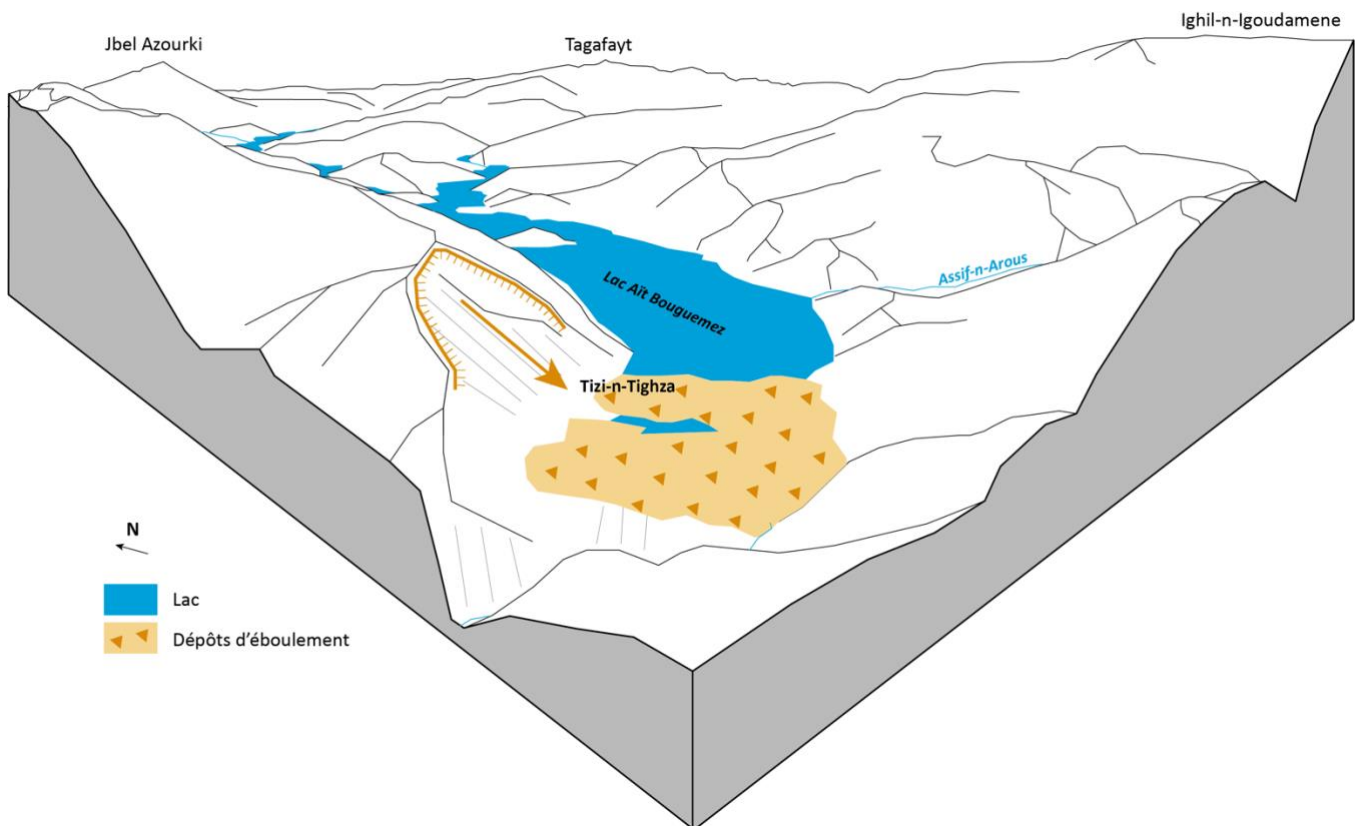
*Photo 7 : au premier plan, des argiles roses entaillées par érosion régressive, à côté du village de Tighza. Au deuxième plan, à gauche, les parois subverticales du versant sud de la chaîne du Tizal. Au deuxième plan à droite, le front du cône de déjection de l'Arous et les terrasses aménagées autour de l'Assif-n-Aït Bouguemez. Photo 8 : coupe au front du cône de déjection de l'Arous, montrant l'alternance des conglomérats et des dépôts plus fins. Photo 9 : incision à travers le cône de déjection par l'Assif-n-Arous. Photos : J. Bussard, 2021*



**T0 - La vallée des Aït Bouguemez avant l'éboulement du Tizi-n-Tighza**



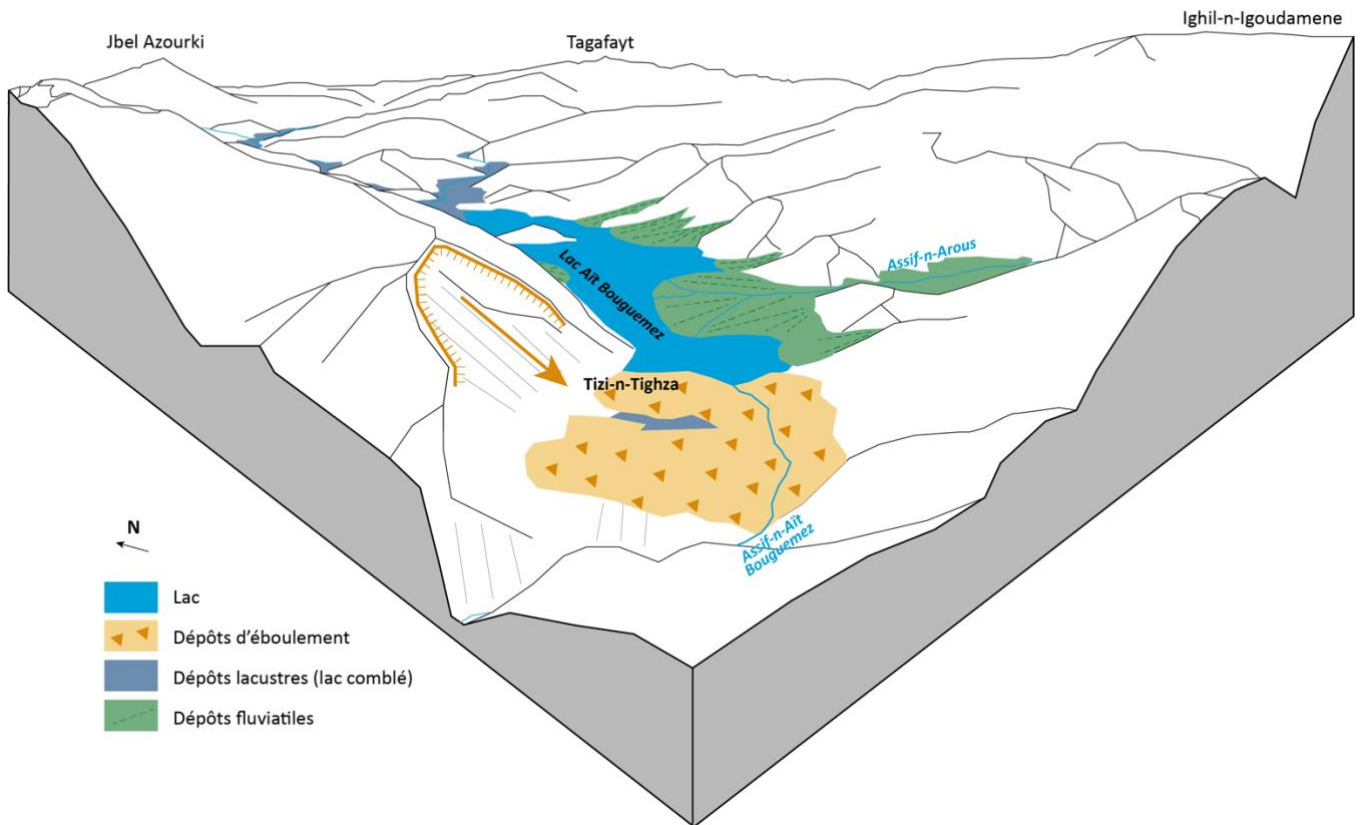
**T1 - Eboulement au Tizi-n-Tighza et formation d'un lac dans la vallée des Aït Bouguemez**



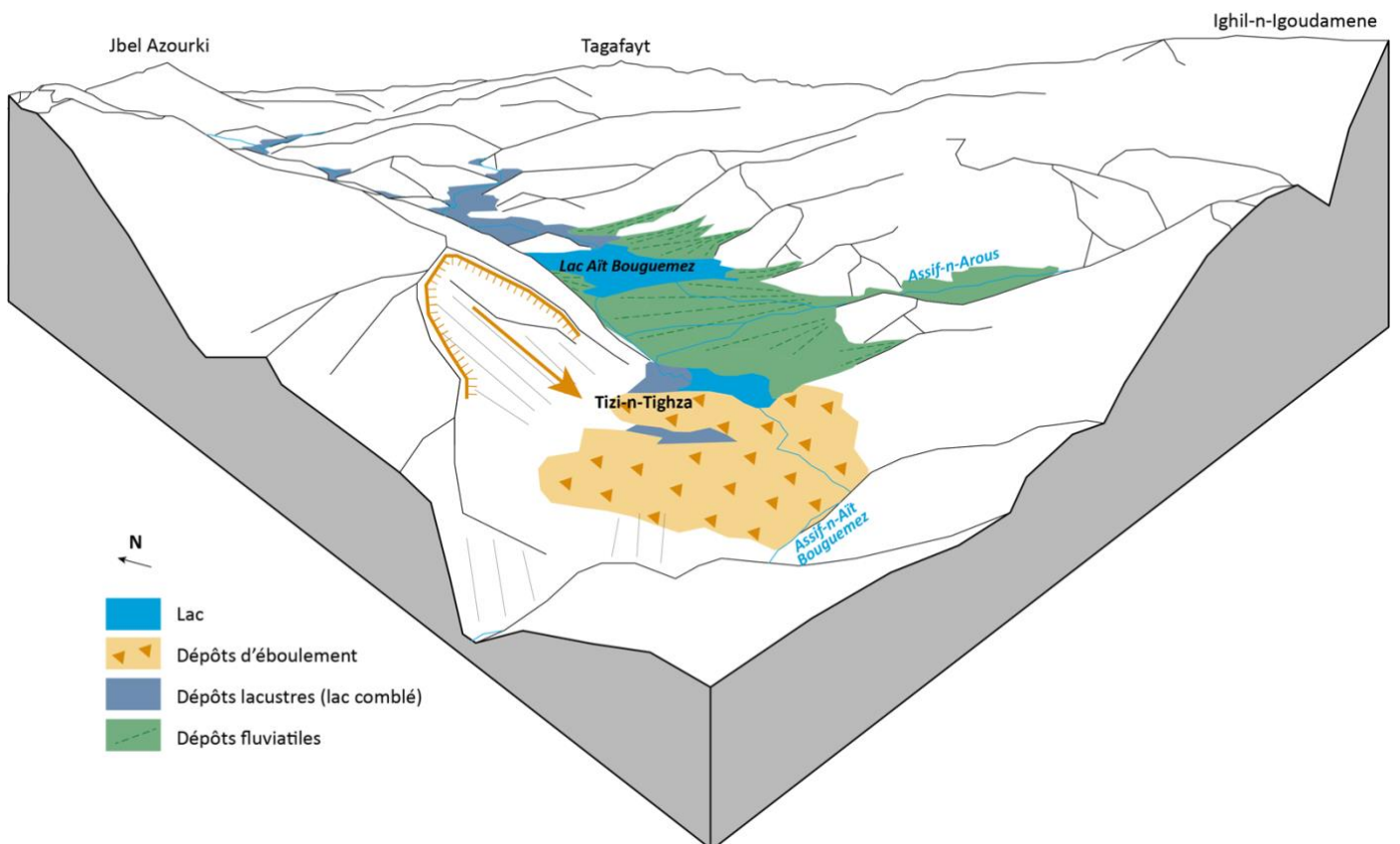
*Annexe 1a : blocs-diagrammes de l'évolution de la vallée des Aït Bouguemez (J. Bussard, 2022)*



## T2 - Comblement progressif du lac Aït Bouguemez et formation de cônes de déjection latéraux



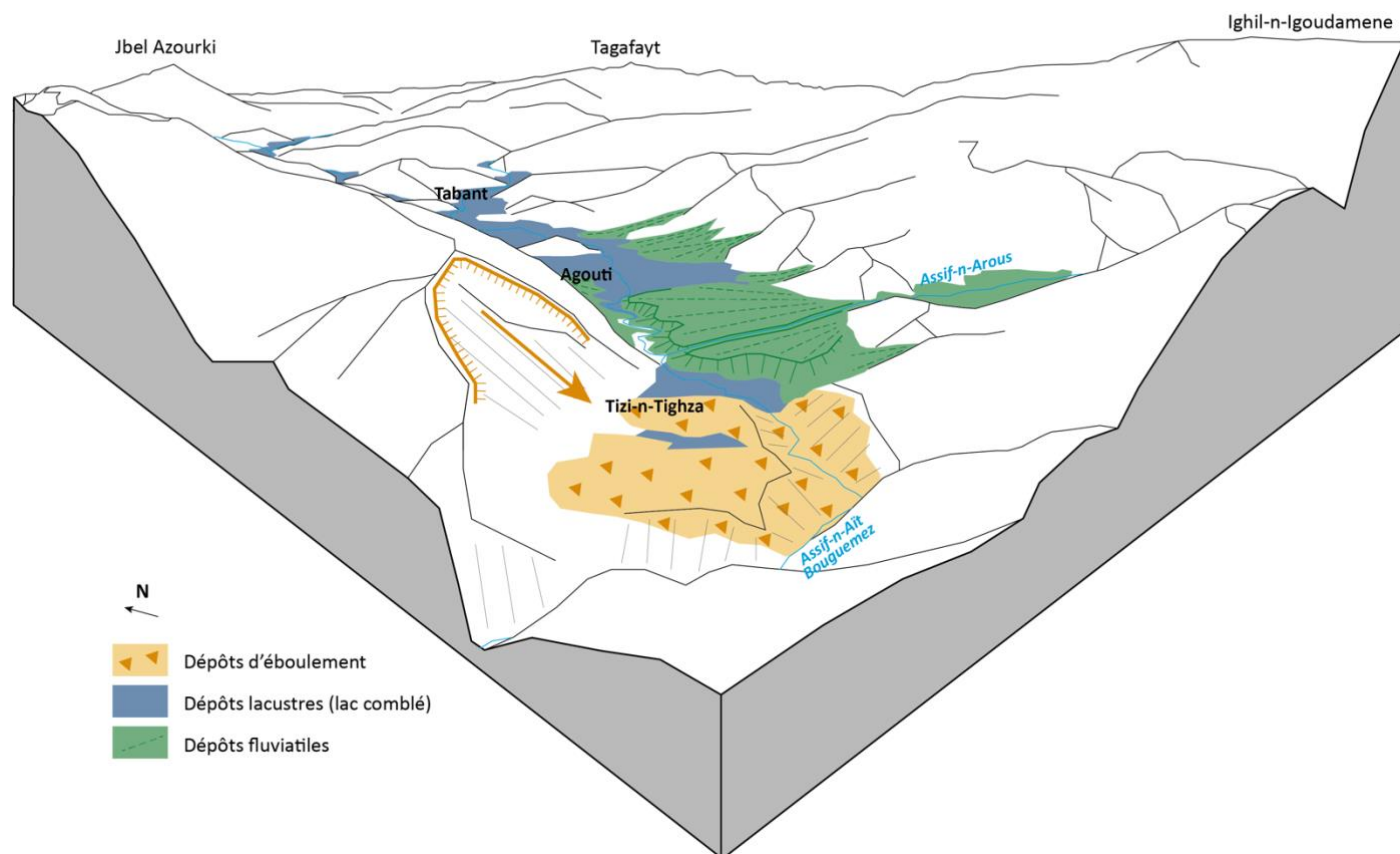
## T3 - Alternance de dépôts lacustres et fluviatiles



Annexe 1b : blocs-diagrammes de l'évolution de la vallée des Aït Bouguemez (J. Bussard, 2022)



*T présent - Erosion d'une gorge dans les dépôts de l'éboulement et à travers le cône de déjection*



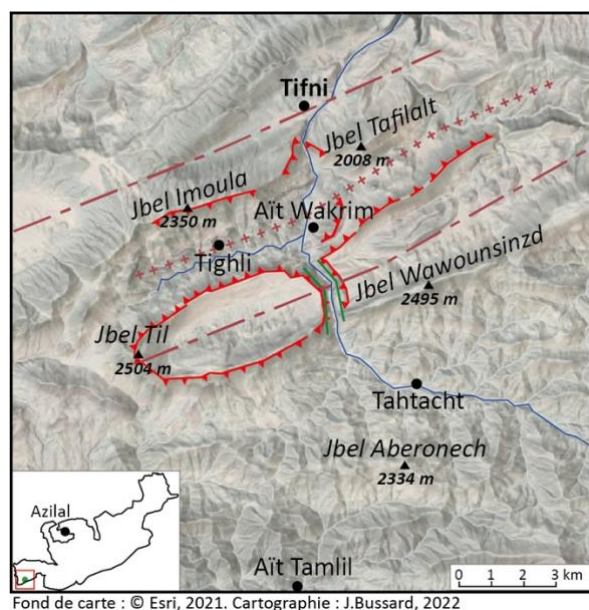
*Annexe 1c : blocs-diagrammes de l'évolution de la vallée des Aït Bouguemez (J. Bussard, 2022)*



## Synclinal perché du Jbel Til et mont dérivé des Aït Wakrim

Aït Wakrim (commune de Tifni)

**Brève description :** le Jbel Til constitue l'extrémité ouest d'un synclinal perché d'une trentaine de kilomètres de long. Il est entouré d'un crêt presque continu constitué de calcaires massifs du Lias et est séparé du reste du synclinal par une gorge creusée par l'Assif-n-Ghasf perpendiculairement à l'axe du pli. Au nord du Jbel Til, la charnière du pli anticlinal adjacent est évidée en une profonde combe qui atteint le socle paléozoïque. Le centre de l'anticlinal est marqué par un mont dérivé creusé en demi-cluse.



Coordonnées (WGS 84) : 31°34'34N 6°56'34W

Altitude : 1450 m à 2500 m

### Description

La région du Jbel Til (fig. 1) est marquée par deux particularités : une morphologie dominée par les reliefs inversés et la présence d'affleurements du socle paléozoïque. Le Jbel Til culmine à 2504 m, à l'extrémité ouest d'un **synclinal perché** d'une longueur qui dépasse les 30 km, pour une largeur oscillant entre 2 et 4 km et une altitude moyenne de près de 2000 m au centre du synclinal (photo 1). L'armature de cette longue vallée perchée orientée est-sud-est/ouest-nord-ouest est faite exclusivement de roches carbonatées du Jurassique : les calcaires massifs du Lias sont les plus fréquents et forment les crêts qui délimitent le synclinal perché vers l'extérieur tandis que des grès et conglomérats du Lias (Toarcien) et du Dogger (Bathonien) se trouvent au centre du pli. Le Dogger, surtout présent dans la partie orientale du synclinal, n'apparaît pas dans le massif du Jbel Til, situé tout à l'ouest. Trois cours d'eau permanents et en partie inadaptés à la structure géologique coupent transversalement le synclinal et rompent la continuité des crêts en s'écoulant du sud vers le nord dans des goullets étroits. **L'étroite gorge incisée par l'Assif-n-Ghasf** perpendiculairement à l'axe synclinal est la plus spectaculaire : encadrée par deux barres rocheuses parallèles, sa profondeur dépasse les 300 m. Cette cluse synclinale sépare le massif du Jbel Til de celui du Jbel Wawounsindz (2495 m). Deux chutes d'eau aux écoulements temporaires font le raccordement avec le fond de la cuvette synclinale à l'ouest et à l'est des gorges. Au débouché de la vallée perchée du Jbel Til, la chute d'eau prend le nom de cascade d'Alarian (Azatour, 2021). La gorge constitue une rupture majeure dans le relief du fond du synclinal, qui ailleurs est peu accidenté. La cuvette occidentale (Jbel Til) est très karstifiée ; seul un maigre sol y est cultivé par la population locale (Azatour, 2021), dont les champs sont regroupés autour de quelques



azibs. À l'inverse, le côté oriental du synclinal (Aït Toutline), marqué par la présence de grès rouges du Bathonien, est ponctué d'une quinzaine de douars et de nombreuses cultures en terrasses.

Le massif du Jbel Til est presque entièrement entouré d'un crêt dont le pied est recouvert de tabliers de versant plus ou moins étendus vers l'aval. En dessous de ces matériaux issus des calcaires du Lias, le Jbel Til repose sur différents types de roches dont la variété et la disposition donnent un paysage bariolé (photo 3) : des grès rouges, des pélites rouges et des coulées basaltiques verdâtres du Trias alternent avec des roches paléozoïques de la nappe des Aït Tamlil, dont les écaïlles datent de l'orogénèse hercynienne. Les roches du Paléozoïque sont en particulier des schistes et grès gris-ocre de l'Ordovicien, des shales noirs du Silurien et des flyschs du Dévonien et du Carbonifère fortement ravinés par le ruissellement (Monbaron M. & J., 2015). La **diversité des roches** de cette région en fait un endroit particulièrement intéressant, d'un point de vue géologique, pour l'analyse des déformations et des relations entre le socle paléozoïque et la couverture sédimentaire mésozoïque (Bouzekrouai et al., 2018).

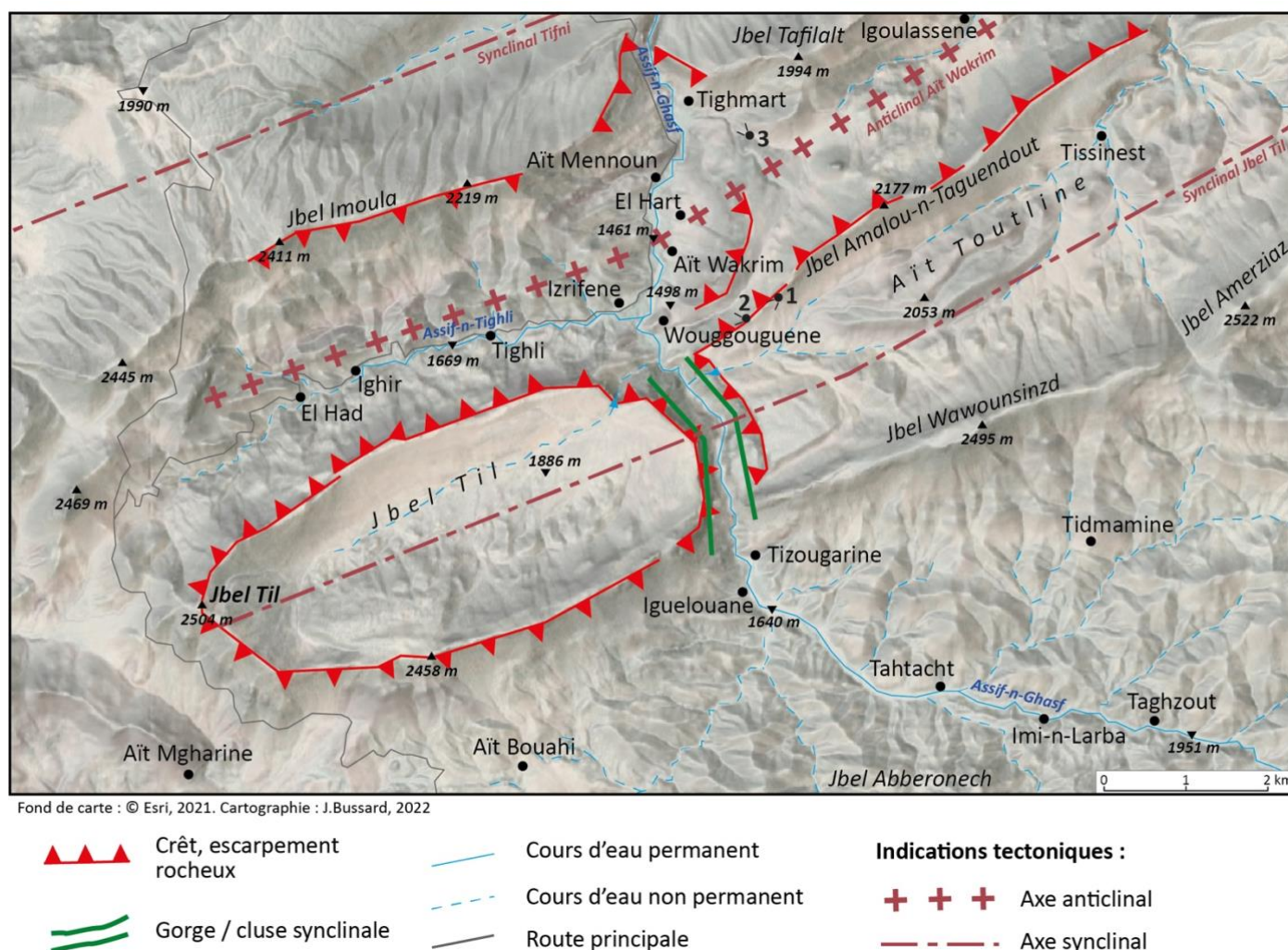


Figure 1 : carte géomorphologique simplifiée de la région du Jbel Til. Les numéros indiquent l'emplacement des photos annexées.

Le défoncement complet de la charnière anticlinale située au nord du synclinal perché du Jbel Til donne naissance à une combe, la vallée de l'Assif-n-Tighli (fig. 1, photo 2), qui met au jour le socle paléozoïque. Cette combe est limitée, au nord, par le crêt du synclinal de Tifni, qui culmine au Jbel Imoula (2411 m), et à l'est, par la confluence, proche du douar d'Izrifene, avec l'Assif-n-Ghasf, dont la direction est perpendiculaire à celle de l'Assif-n-Tighli. La structure de la combe à l'ouest de l'Assif-n-Ghasf n'est pas celle d'un anticlinal ; il s'agit d'un empilement d'écaïlles paléozoïques (dite « nappe de Aït Tamlil »). La structure anticlinale ne se remarque qu'à l'ennoyage du pli, en rive droite (c'est-à-dire à l'est) de l'Assif-n-Ghasf, à la hauteur des douars des Aït Wakrim et d'El Hart. À cet endroit, un **mont dérivé** constitué de grès rouges du Trias est **découpé en demi-cluse**. À l'aval du douar de Tighmart, l'Assif-n-Ghasf traverse le crêt sud du synclinal de Tifni dans un étroit défilé (demi-cluse synclinale) taillé dans les calcaires massifs du Lias inférieur entre le Jbel Imoula et le Jbel Tafilat.



## Morphogenèse

L'inversion du relief (synclinal perché et charnière du pli anticlinal adjacent évidée en une profonde combe) pourrait s'expliquer par l'altitude élevée et par la minceur des dépôts du Lias, deux facteurs qui auraient favorisé le défoncement de l'anticlinal jusqu'au socle paléozoïque (Couvreur, 1981 ; Bouzekraoui et al., 2018). Quant à l'inadaptation du tracé de l'Assif-n-Ghasf à la structure géologique, elle est pluricausale. La direction sud-nord du cours d'eau est perpendiculaire à la direction des plis, mais correspond à la pente générale du versant nord de la chaîne. Une situation d'antécédence de ce tracé par rapport à l'orogénèse atlasique ne peut être exclue, mais nous avons de bonnes raisons de penser que la cluse synclinale du Jbel Til et la demi-cluse qui coupe le crêt sud du synclinal de Tifni doivent leur existence principalement à des facteurs structuraux, à l'érosion karstique et à l'érosion fluviale.

Le cours de l'Assif-n-Ghasf est en effet situé dans un ensellement axial. Cette situation en fait une « zone drainante transversale » (Monbaron, 1975) : les ruissellements de surface ont été dirigés vers cette zone de faiblesse topographique, tout comme les écoulements souterrains drainant tout le massif du Jbel Til, dont le niveau de base se situe à la limite entre les calcaires perméables du Lias et les couches argileuses imperméables du Trias. La combinaison de l'érosion karstique et de l'érosion fluviale dans une zone sans doute déjà fragilisée par les mouvements tectoniques explique la formation d'une cluse, perpendiculairement à l'axe du synclinal.

---

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : géomorphologie structurale, synclinal perché

Visibilité : 4/5. Le synclinal perché domine le paysage et est entouré d'un crêt presque continu. Le synclinal perché du Jbel Til est nettement plus petit (en superficie) et moins élevé (en altitude et pour la hauteur des crêts) que celui du Jbel Rat, mais il est plus accessible et sa forme est bien visible, en particulier depuis les hauteurs au-dessus des douars de Wougougouene et des Aït Wakrim.

Complexité : 3/5. La morphogenèse de ce relief inversé s'inscrit dans un temps long et sa compréhension se réfère à des notions plutôt abstraites (plissement, érosion sur le temps long).

### Thème 2 : inadaptation à la structure géologique, formation des cluses

Visibilité : 5/5. La cluse synclinale apparaît sous la forme d'une gorge spectaculaire.

Complexité : 5/5. L'imbrication des facteurs structuraux, de l'érosion karstique et de l'érosion fluviale qui expliquent la morphogenèse de la cluse synclinale est complexe.

---

## Conditions de visite

Accessibilité	Le site est accessible par une route goudronnée, à 25 km de Demnate. Cette route – l'ancienne route reliant Demnate et Ouarzazate – traverse le défilé de Tighmart le long de l'Assif-n-Ghasf puis remonte la combe anticlinale le long de l'Assif-n-Tighli pour contourner le Jbel Til par l'ouest le long d'un itinéraire accidenté. Une nouvelle route monte directement sur le flanc nord du synclinal de Tifni, dont la topographie est beaucoup plus douce, et rejoint l'ancienne route au sommet de la combe anticlinale de l'Assif-n-Tighli, mais elle n'offre pas les mêmes possibilités pour observer la géomorphologie particulière de la région.
Temps de marche	Il existe plusieurs possibilités de prendre de la hauteur à pied pour mieux comprendre la morphologie de ce vaste ensemble. Nous recommandons la piste qui monte en lacets au-dessus de Wougougouene en direction de Tissinest. Le point de vue situé au franchissement du crêt du Jbel Amalou-n-Taguendout en vaut particulièrement la peine. L'accès est aussi possible par un sentier au départ de Tighmart qui contourne le mont dérivé des Aït Wakrim par l'est.
Difficulté de marche	Facile le long de la piste (T1), mais pas de balisage ni d'indications.



Environnement du site	Une grande antenne de télécommunications et le tracé clair des pistes et des routes diminuent la qualité esthétique du site. Par contre, les douars s'intègrent particulièrement bien dans le paysage, car ils sont bâtis avec des matériaux trouvés sur place et changent donc de couleur en fonction de la lithologie locale.
Infrastructures touristiques	Aucune. Hébergements et restauration à Imi-n-Ifri et à Demnate.
Supports de médiations existants	Description vulgarisée dans <i>La Route des Dinosaures</i> (Monbaron M. & J., 2015).

## Références bibliographiques

- Azatour, M. (2013). *Les géomorphosites des communes de Demnate, de Tifni, et de Sidi Boulkalf. Inventaire, Evaluation, Valorisation* (Mémoire de master). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal.
- Azatour, M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et Evaluation (Haut Atlas central, Maroc)* (Thèse de doctorat). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal.
- Bouzekraoui, H., Barakat, A., El Youssi, M., Touhami, F., Mouaddine, A., Hafid, A., & Zwoliński, Z. (2018). *Mapping Geosites as Gateways to the Geotourism Management in Central High-Atlas (Morocco). Quaestiones Geographicae*, 37(1), 87-102. <https://doi.org/10.2478/quageo-2018-0007>
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg, France.
- Jenny, J. (1985). *Carte géologique du Maroc, feuille Azilal au 1:100'000*.
- Monbaron, M. (1975). *Contribution à l'étude des cluses du Jura septentrional* (Thèse de doctorat). Faculté des sciences, Université de Neuchâtel.
- Monbaron, M., & Monbaron, J. (2015). *La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc*. Genève : Editions d'autre part.

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1-3)



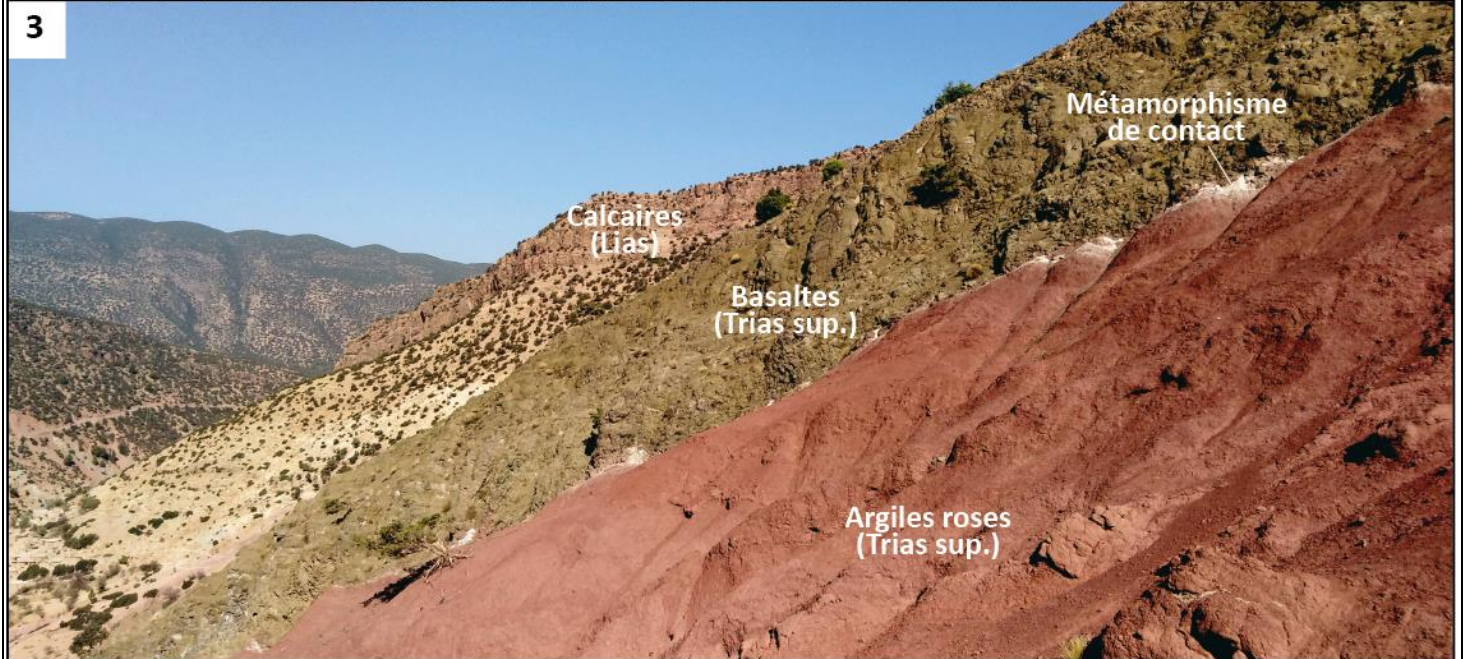
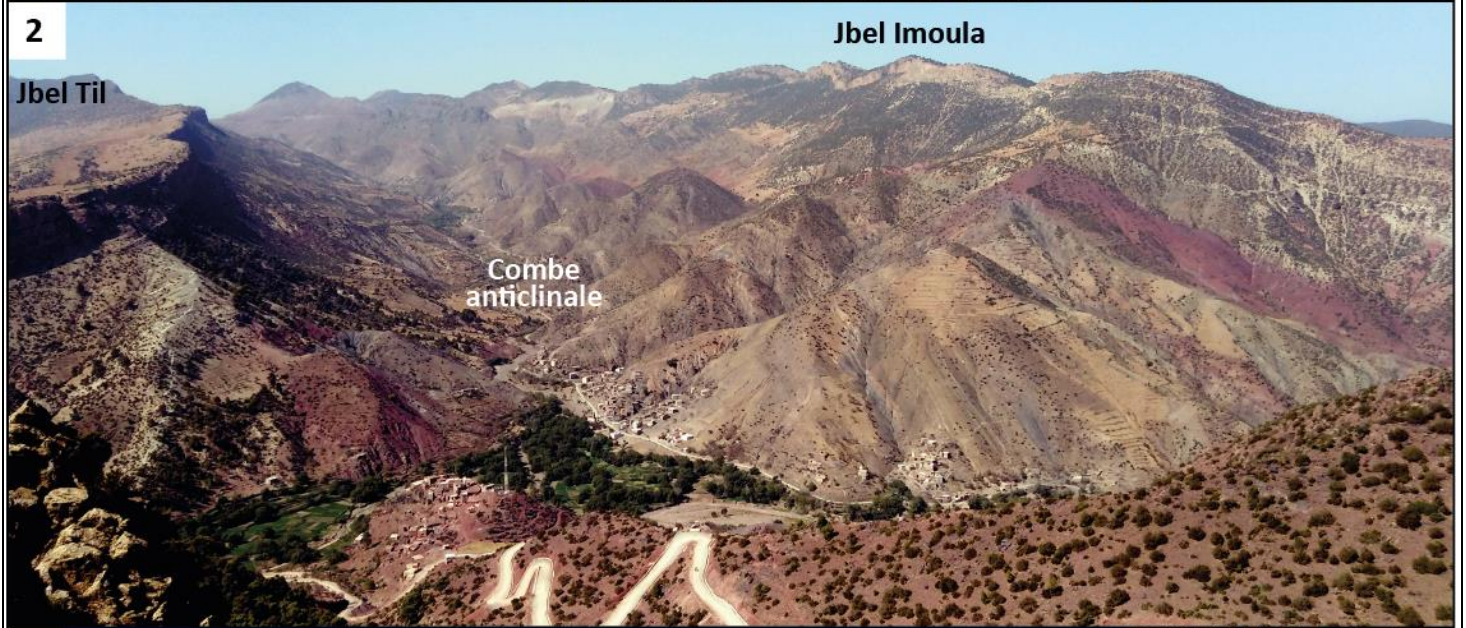
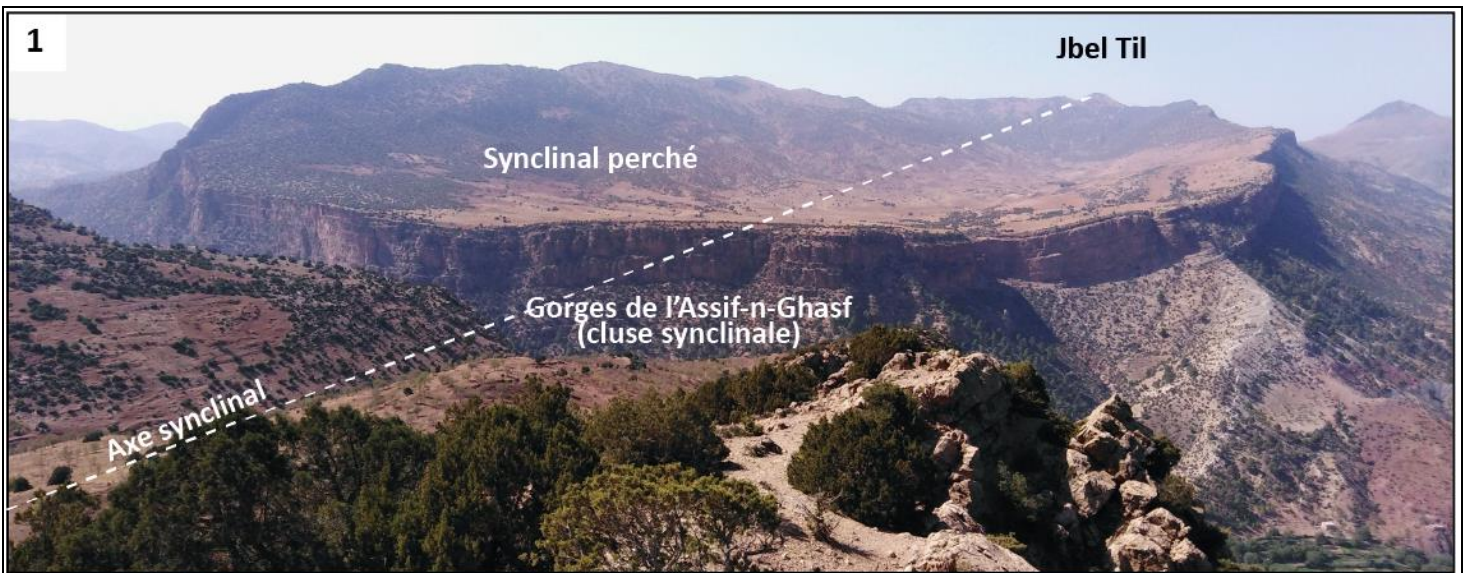


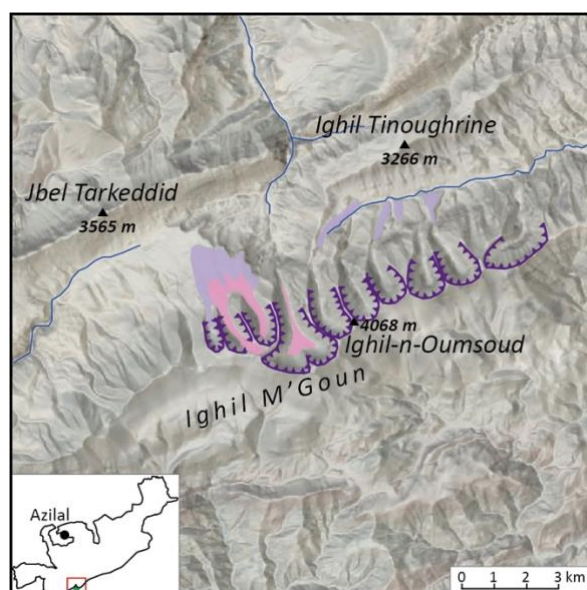
Photo 1 : le synclinal perché du Jbel Til, entouré par un crêt presque continu. Photo 2 : la combe anticlinale entre le Jbel Til et le Jbel Imoula est incisée jusqu'au socle paléozoïque. Photo 3 : succession de roches colorées – argiles roses du Trias au premier plan, coulée de basalte du Trias au second plan, calcaires du Lias au troisième plan. Photos : J. Bussard, 2021.



## Héritage glaciaire et périglaciaire du versant nord du M'Goun

Ighil-n-Oumsoud (commune d'Imi-n-Oulaoune)

**Brève description :** La chaîne du M'Goun est une longue et imposante crête qui domine le Haut Atlas central (le point culminant est à 4068 m). Son versant nord est entaillé de dix combes principales en forme d'auge glaciaire, adossées à de larges cirques qui ont été surcreusés par des glaciers. Au fond et au débouché de certaines combes, des dépôts glaciaires et périglaciaires sont les témoins de périodes plus froides et plus humides du Quaternaire.



Fond de carte : © Esri, 2021. Cartographie : J.Bussard, 2022



Coordonnées (WGS 84) : 31°30'31N 6°29'09W

Altitude : 2950 m à 4068 m

### Description

La chaîne du M'Goun, qui culmine à l'Ighil-n-Oumsoud (4068 m, fig. 1), est une imposante crête, la plus haute du Haut Atlas central, dépassant les 3500 m sur 25 km de long. Il s'agit d'un anticlinal dont le pli très coffré est formé de calcaires massifs de la formation du Jbel Rat (Sinémurien) et de calcaires de la formation des Aït Bou Oulli (Hettangien et Sinémurien). Les couches, subhorizontales vers le sommet (photos 1 et 2), sont inclinées à 60° sur le versant nord (Couvreur, 1981), ce qui forme un dalle assez régulière découpée en chevrons. Le versant nord domine de près de 1000 m le fond du synclinal où naissent l'Oued Tessaout, qui s'écoule vers l'ouest, l'Assif-n-Arous, qui s'écoule vers le nord, et l'Assif-n-Oulilimt, qui s'écoule vers l'est.

Le flanc nord de la chaîne du M'Goun est entaillé de dix combes principales perpendiculaires à l'axe de la chaîne et séparées par d'étroites cloisons. Ces combes ont une forme en U, typique d'une auge glaciaire. La partie amont de ces combes, adossée à la crête principale du M'Goun prend la forme de **cirques glaciaires** (fig. 1), surcreusés par de petits glaciers locaux aujourd'hui disparus. Les versants de ces cirques, très raides, laissent apparaître des escarpements rocheux en gradins entourés d'éboulis et de tabliers de versants, souvent remaniés par la gélivation et par des loupes de solifluxion lorsque la matrice est assez fine. Vu l'altitude élevée et les températures froides, la présence de pergélisol est très probable. Ces combes sont des déserts froids (Couvreur (1981 : 528) parle de « désert de gélivation ») très affectés par la gélivation, qui désagrège les versants et remodèle les dépôts de gélifractions.



Le fond relativement étroit **des combes situées à l'est de l'Assif-n-Arous** (numérotées 1 à 6 sur la carte fig. 1) est entièrement comblé de gélifractions. La largeur d'environ 1 km des combes 1 à 5 à l'est de l'Arous est presque identique, et leur longueur varie entre 2 et 2.5 km en partant de la crête principale du M'Goun jusqu'à la sortie de l'auge glaciale, au débouché dans la vallée de l'Assif-n-Oulilimt. Seule la sixième combe a une configuration légèrement différente, puisqu'elle est d'abord orientée vers le nord-est sur 1.6 km avant de prendre la direction nord-nord-ouest, parallèlement aux autres combes, à nouveau sur 1.6 km. La profondeur de ces combes, calculée depuis les proéminences de la crête du M'Goun jusqu'au pied des versants raides des cirques glaciaux, varie entre 350 et 550 m. Au débouché des combes dans la vallée de l'Assif-n-Oulilimt, le pied des versants est encombré de dépôts quaternaires (photo 3). Il s'agit essentiellement de tabliers de versants, dont la pente assez régulière vers le lit majeur de l'oued est ravinée et découpée par des terrasses creusées à la fois par l'oued principal et par les cours d'eau latéraux (tous ont, de nos jours, un écoulement temporaire). Ces dépôts sont probablement datés du Plio-Villafranchien (Pliocène supérieur et Pléistocène inférieur) et du Tensiftien (Pléistocène moyen) selon Couvreur (1981) et la carte géologique du Maroc (Jossen, 1990). La présence de plusieurs crêtes parallèles au talweg des vallons latéraux (en particulier au pied des combes 1, 3 et 5) pourrait indiquer l'existence de dépôts morainiques disposés en cordons latéraux construits par d'anciens glaciers, à des altitudes comprises entre 2700 et 2900 m. Cette hypothèse n'étant pas confirmée par des observations de terrain plus détaillées, nous indiquons « **crêtes morainiques et dépôts glaciaires probables** » sur la carte géomorphologique (fig. 1). En l'absence de traces nettes d'érosion glaciaire — poli, stries, verrou — dans la partie aval des combes à cause d'une abondante couverture sédimentaire, les indices sont peu nombreux pour localiser dans le détail la position d'anciens glaciers.

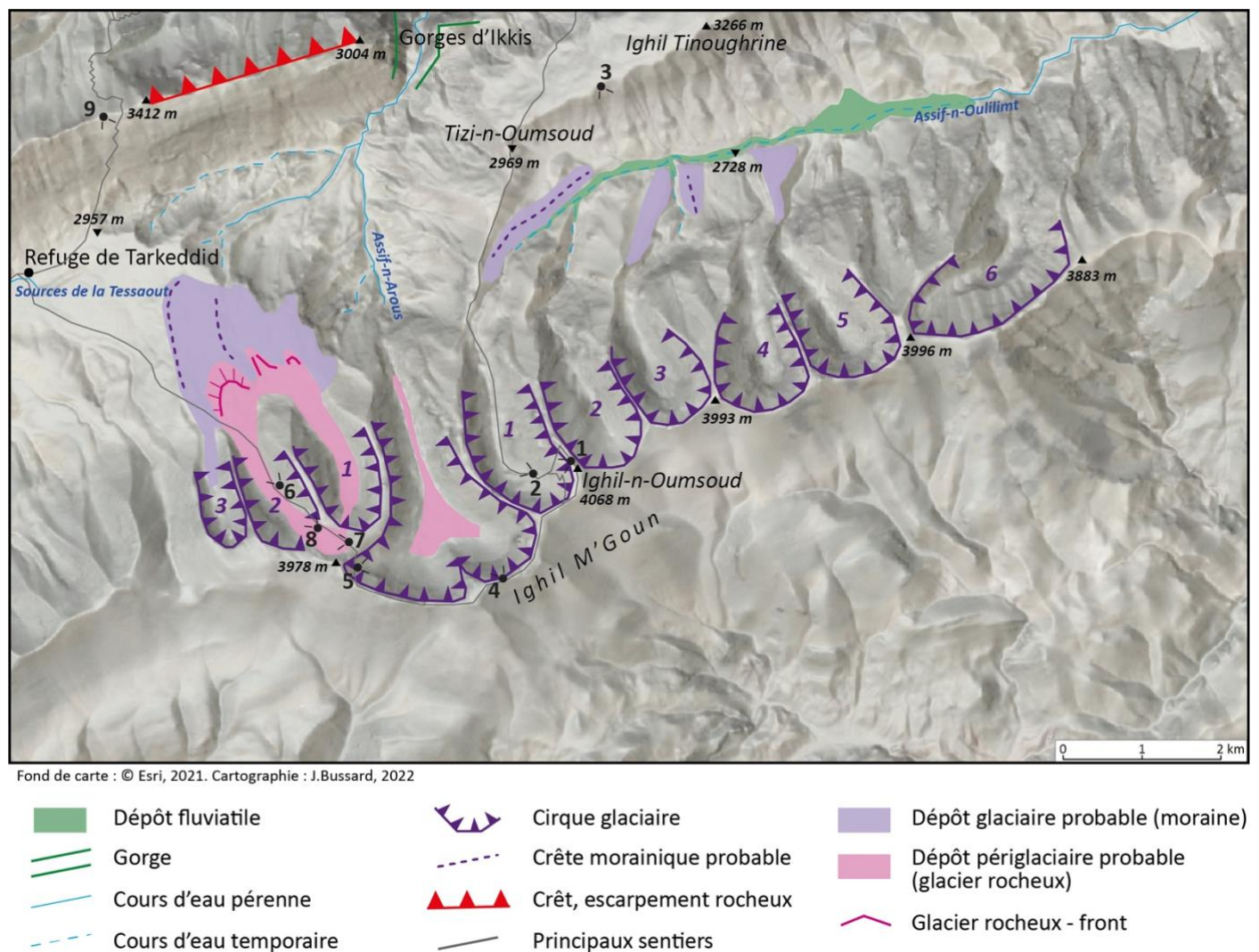


Fig. 1 : carte géomorphologique simplifiée du versant nord du M'Goun. Les numéros en noir indiquent les prises de vue des photos annexées. Les numéros en violet (italique) permettent de localiser les dix combes principales (1 à 3 à l'ouest de l'Assif-n-Arous ; 1 à 6 à l'est de l'Assif-n-Arous).



La large **combe située à l'amont du bassin versant de l'Assif-n-Arous** (non numérotée sur la fig. 1) est dotée d'un double cirque glaciaire, avec une morphologie en Y. Avec une largeur de 2.5 km et une longueur de 3 km, elle est la plus grande des combes qui entaillent le versant nord du M'Goun. Au pied de parois rocheuses hautes de plusieurs dizaines de mètres, le fond relativement plat de cette combe, à une altitude très élevée (plus de 3500 m), est recouvert de dépôts formant des buttes arrondies (photos 4 et 5). Ces dépôts se prolongent, dans une partie plus resserrée de la combe, sous la forme d'une étroite langue bombée de 60 à 100 m de large. Vu leur agencement particulier, leur altitude élevée et leur situation au pied de parois rocheuses apportant des sédiments en abondance, nous identifions ces éléments comme **les restes d'un glacier rocheux**, qui aurait bénéficié de ces conditions favorables pour se développer après le retrait du glacier de cirque. La partie aval de la combe débouche sur une zone extrêmement ravinée et drainée par l'Assif-n-Arous, un cours d'eau dont les écoulements deviennent permanents en recevant les eaux piégées dans le fond du synclinal des sources de la Tessaout. L'érosion due à l'activité torrentielle a sans doute déblayé tous les éventuels dépôts glaciaires qui auraient pu être déposés ici.

Enfin, les **trois combes situées à l'ouest de l'Assif-n-Arous** (numérotés et 1 à 3) ont une taille légèrement plus modeste que celle des combes situées à l'est de l'Arous. C'est en particulier le cas de la combe 3, d'à peine 500 m de large pour 1.6 km de long et dont la profondeur n'excède pas les 350 m. Les fonds relativement plats de ces combes sont abondamment remplis de sédiments sombres organisés de manière assez chaotique. Ces dépôts débordent largement sur le haut plateau des sources de la Tessaout, à la sortie des combes, avant de laisser place à de larges glacis. Dans les combes 1 et 2, les dépôts prennent une forme particulièrement bombée, marquée par une topographie irrégulière faite de creux et de bosses, et occupent le centre de la combe sur une largeur considérable dépassant les 200 m (photos 6 et 8). L'abondance de gélifracsts de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres d'arête contraste avec la présence de quelques très gros blocs encastrés dans la masse des sédiments plus fins. La physionomie des dépôts qui obstruent le centre des combes 1 et 2 indique qu'il s'agit des restes de **deux glaciers rocheux** (une hypothèse partagée par Couvreur (1981), qui précise que ce sont les glaciers rocheux les plus importants de tout le Haut Atlas central). En l'absence de rides de compression et d'un front raide, ces glaciers rocheux sont probablement fossiles. Les deux glaciers rocheux ont le même lieu d'origine, à un endroit où la crête qui sépare les deux combes s'aplatit et prend la forme d'un petit plateau complètement recouvert de dépôts disposés en une multitude de bosses et de creux (photo 7). Deux langues s'écoulent de part et d'autre de ce plateau, descendant dans le fond des combes 1 et 2. Puis 2.3 km en aval, à la sortie des combes, les deux langues se rejoignent pour former un vaste front gris foncé.

Le front des glaciers rocheux repose sur des dépôts en partie recouverts d'une végétation éparse, organisés en crêtes et en bosses plus ou moins allongées et arrondies. Cette topographie contraste nettement avec celle très régulière du glacis qui s'étend vers l'aval (photo 9). On pourrait donc soupçonner, à cet endroit, la présence de dépôts glaciaires antérieurs à l'avancée des glaciers rocheux. La situation de la combe 3 est différente de celle des combes 1 et 2. Les dépôts y sont disposés dans une topographie plus arrondie et moins bombée et semblent rattachés aux dépôts glaciaires que nous venons de décrire. Ainsi, sur la carte géomorphologique (fig. 1), nous les indiquons comme dépôts glaciaires probables, et non comme des dépôts périglaciaires.

---

## Morphogenèse

La formation des combes du versant nord du M'Goun est pluricausale et comparable à celle de certains cirques rocheux de la chaîne du Jura (Monbaron, 1990 et fig. 2). Tout d'abord, ces combes ont une origine tectonique : elles sont situées sur une flexure en genou des couches de calcaires de la formation du Jbel Rat et de la formation des Aït Bou Oulli. Ces couches, au pendage très raide sur le versant nord de la chaîne, prennent brusquement une inclinaison subhorizontale sur le replat sommital (forme typique d'un pli coffré). Le creusement des combes doit son origine à la présence de sources de débordement karstique qui étaient situées à proximité de la flexure du pli, au contact entre les calcaires et les marnes imperméables de la formation d'Aït Bazzi (Lias moyen), et vers lesquelles convergeaient les eaux d'infiltration de la partie sommitale de la chaîne. Selon Monbaron (1990 : 153), « à partir de cette cicatrice originelle se produit un recul naturel et rapide des têtes de couches sommitales subhorizontales, accompagné d'un enfoncement progressif du niveau de base karstique », lui-même lié au déblaiement des marnes de la formation d'Aït Bazzi. Les combes sont donc creusées et élargies principalement dans les couches subhorizontales sommitales. Les couches redressées du flanc de l'anticlinal sont plus résistantes ; à cet endroit, les calcaires massifs de la formation du Jbel Rat n'ont pas été désagrégés et la largeur des combes est réduite. À l'inverse, dans la partie sommitale subhorizontale, les calcaires de la formation des Aït Bou Oulli ont été mis au jour et c'est dans ces calcaires que les combes ont été creusées et élargies par la combinaison de processus karstiques, fluviaux, périglaciaires et glaciaires. La présence de glaciers au Pléistocène, dont nous allons discuter, a sans doute permis un certain élargissement des combes, leur donnant une forme d'auge glaciaire.



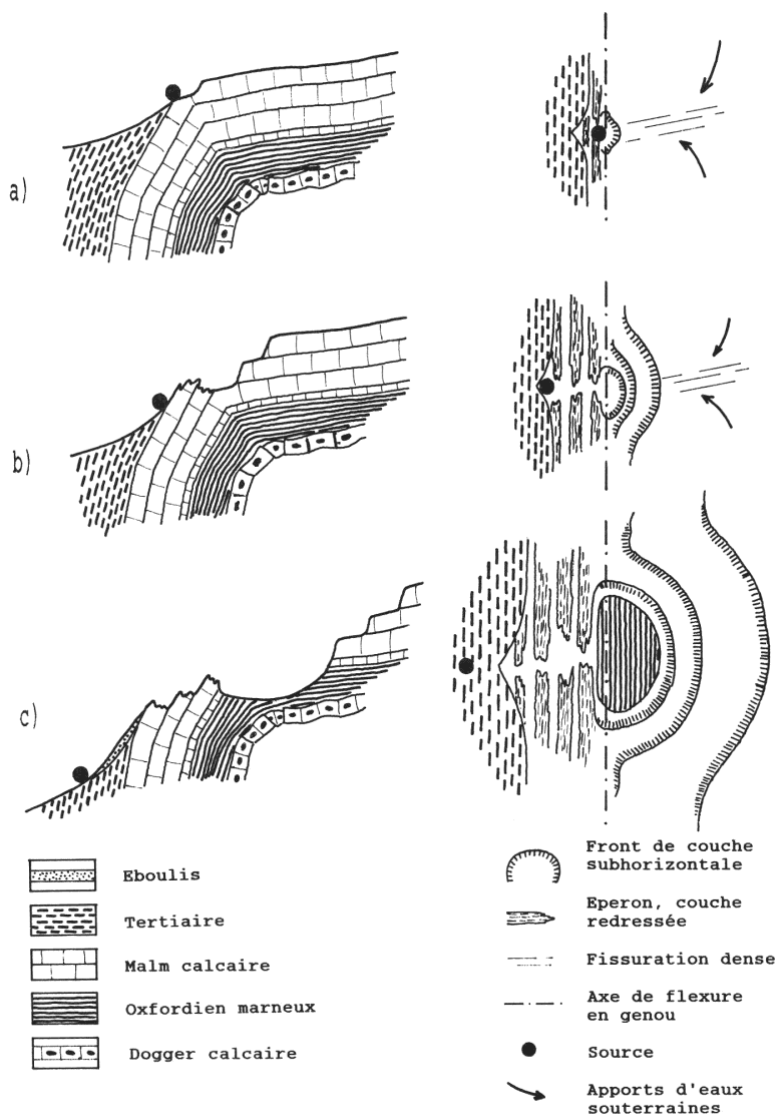


Fig. 4. Schémas (sans échelle ni références chronologiques absolues) illustrant trois stades successifs de formation des hémicycles rocheux jurassiens. Niveau a : stade initial; niveau b : stade intermédiaire; niveau c : stade actuel.

Fig. 2 : schéma illustrant la formation des hémicycles rocheux dans le Jura suisse (Monbaron, 1990 : 154). Dans le cas du M'Goun, les calcaires massifs du Lias inférieur (formation du Jbel Rat) correspondent aux calcaires massifs du Malm dans le Jura, les niveaux marneux imperméables de la formation d'Aït Bazzi (Lias moyen) dans le massif du M'Goun correspondent aux niveaux imperméables du Tertiaire dans le Jura et le niveau imperméable situé sous les calcaires, des argiles roses du Trias dans le cas du M'Goun, sont des marnes de l'Oxfordien marneux dans le Jura.

La topographie du versant nord du M'Goun est très propice à la formation de névés et à l'apparition de petits glaciers de cirque : des combes entourées de versants raides, orientées plein nord, très ombragées et suralimentées en neige par le vent qui balaie la crête principale du massif culminant à plus de 4000 m. Si aujourd'hui les glaciers ont complètement disparu de la chaîne du M'Goun et de l'Atlas en général (Hughes et al., 2017) et que même les névés du versant nord de la chaîne fondent entièrement durant l'été, c'est que les précipitations neigeuses sont trop faibles, et les températures trop hautes, pour permettre le maintien de névés permanents et le développement de glaciers de cirque. Depuis le retrait glaciaire, les formes glaciaires héritées, et en particulier les versants des auges glaciaires, ont été remodelées par la solifluction et par la gélivation (Couvreux, 1981). Ces processus sont toujours actifs aujourd'hui (Bouzekraoui et al., 2018). La gélifraction semble en effet très intense sur le versant nord en dessus de 3300-3500 m et les processus périglaciaires ne sont pas gênés par les relativement faibles précipitations hivernales, contrairement au développement des glaciers. L'abondance de gélifractions et les températures basses ont donc été, et sont toujours, des paramètres favorables au développement de formes périglaciaires. Pour ce qui est des dépôts que nous avons identifiés comme des glaciers rocheux, il se peut, comme le suggère Beaudet (1971), qu'il s'agisse d'un mélange de matériaux déposés à la surface de névés ou de glaciers et qui ont continué de fluer vers l'aval après le retrait glaciaire.



À l'exception du massif du Toubkal (Haut Atlas occidental), qui a fait l'objet de quelques travaux de recherche récents (Hughes et al., 2011, 2014, 2018 ; Hannah et al., 2017), l'histoire glaciaire de l'Atlas, et en particulier celle de la chaîne du M'Goun, reste très peu connue (Hughes et Woodward, 2017). Les dépôts morainiques les plus remarquables que nous avons décrits sont très probablement des héritages des pluviaux, caractérisés par des climats généralement plus frais et humides, tandis que les glaciers rocheux auraient été formés au passage d'un pluvial à un interpluvial, après le retrait des glaces (Beaudet, 1971). Les périodes précises d'existence des glaciers et leur développement restent toutefois l'objet de suppositions, discutées et controversées, qui mériteraient confirmation par davantage d'études détaillées.

Au Petit Âge Glaciaire, des névés permanents, voire des petits glaciers de cirque, ont possiblement occupé le pied de certaines faces nord en haute altitude, comme l'observent Hughes et al. (2020) dans le massif du Toubkal. Toutefois, les névés et éventuels petits glaciers de pied de paroi ont probablement gardé une taille très modeste durant l'Holocène et c'est durant plusieurs phases du Pléistocène que les glaciers du versant nord du M'Goun ont pu se développer et construire des moraines. Durant le Pluvial Soltanien (Pléistocène supérieur), qui selon la nomenclature marocaine correspond au Würm alpin (Biberson, 1971 ; Hughes et al., 2004), les datations réalisées par Hughes et al. (2018) dans le massif du Toubkal démontrent clairement l'existence d'un signal glaciaire au Dryas récent et au Dernier Maximum Glaciaire (LGM) et la construction de moraines à des altitudes descendant jusqu'à 2200 m pour le LGM et 2400 m pour le Dryas récent, soit bien plus bas que les dépôts qui nous intéressent. Dans le cas du M'Goun, par analogies avec les observations faites dans le massif du Toubkal, nous pouvons présumer que des glaciers d'une certaine taille ont pu se développer à la fin du Pluvial Soltanien. Toutefois, l'absence de cordons morainiques nets et de datations ne permet pas d'attester de l'exactitude de cette hypothèse. Les dépôts morainiques, en particulier ceux situés aux altitudes les plus basses, pourraient aussi être plus anciens et dater des Pluviaux Tensiftien (Pléistocène moyen) ou Salétien (Pléistocène inférieur), dans l'hypothèse où ces deux pluviaux auraient engendré une avancée glaciaire plus importante que celle du Soltanien (Biberson, 1971 ; Hughes et al., 2004).

Enfin, les glaciers rocheux qui occupent le centre des combes n'ont pu se développer qu'après la disparition des glaciers qui obstruaient l'auge. Dans l'hypothèse où des glaciers étaient présents au LGM, voire au Dryas récent, les glaciers rocheux n'auraient pu se former qu'après le retrait des glaces accumulées lors de ces épisodes glaciaires.

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : glaciers rocheux fossiles et moraines héritées

Visibilité : 2/5. Les formes sont peu marquées, mais l'absence de végétation permet de les repérer assez facilement.

Complexité : 3/5. Comme ces dépôts sont hérités, leur interprétation demande un certain niveau d'abstraction.

### Thème 2 : cirques glaciaires

Visibilité : 5/5. Excellente visibilité ; les cirques sont marquants dans le paysage.

Complexité : 4/5. La morphogenèse de ces cirques fait intervenir différents facteurs (tectoniques, lithologiques, karstiques, glaciaires) dont l'imbrication est complexe.

## Conditions de visite

Accessibilité	Difficilement accessible, éloigné des routes et des zones habitées, altitude élevée (passage par des cols à plus de 3000 m). Accès possible depuis la vallée de la Tessaout (Amezri) à l'ouest, depuis Qalaa't Mgouna et Alemdoun au sud (mais il faut dans ce cas franchir la crête principale de la chaîne), depuis la vallée de l'Assif M'Goun (El Mrabitine) à l'est et depuis Arous au nord. Ici, nous décrivons l'accès par le nord, c'est-à-dire depuis le territoire du Géoparc M'Goun.
Temps de marche	Depuis la fin de la piste à Arous (1900 m), une longue journée de marche permet de rejoindre le refuge de Tarkeddid (2950 m) en franchissant la chaîne du Jbel Tarkeddid (col à 3400 m) ou le Tizi-n-Oumsoud (2969 m), par un col sur le flanc de l'Ighil-n-Igoudamene.
Difficulté de marche	Sentiers de montagne (T3) bien tracés, mais non balisés.



Environnement du site	Particulièrement bien préservé, à l'écart des infrastructures humaines.
Infrastructures touristiques	Refuge à Tarkeddid, proche des sources de la Tessaout.
Supports de médiations existants	Aucun.

## Références bibliographiques

- Beaudet, G. (1971). Le Quaternaire marocain : État des études. *Revue de géographie du Maroc*, 20, 3-56.
- Biberson, P. (1971). Essai de redéfinition des cycles climatiques du Quaternaire continental du Maroc. *Quaternaire*, 8(1), 3-13. <https://doi.org/10.3406/quate.1971.1166>
- Bouzekraoui, H., Barakat, A., Touhami, F., Mouaddine, A., El Youssi, M. (2018). Inventory and assessment of geomorphosites for geotourism development: A case study of Aït Bou Oulli valley (Central High-Atlas, Morocco). *Area*, 50(3), 331-343. <https://doi.org/10.1111/area.12380>
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg, France.
- Hannah, G., Hughes, P. D., Gibbard, P. L. (2017). Pleistocene plateau ice fields in the High Atlas, Morocco. *Geological Society, London, Special Publications*, 433(1), 25-53. <https://doi.org/10.1144/SP433.12>
- Hughes, P.D., Gibbard, P.L., Woodward, J.C. (2004). Quaternary glaciation in the Atlas Mountains of North Africa. In Ehlers J., Gibbard P.L. (éds), *Developments in Quaternary Sciences* (Vol. 2, pp. 255-260). Amsterdam : Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1571-0866\(04\)80131-3](https://doi.org/10.1016/S1571-0866(04)80131-3)
- Hughes, P.D., Fenton, C.R., Gibbard, P.L. (2011). Quaternary Glaciations of the Atlas Mountains, North Africa. In J. Ehlers, P.L. Gibbard, P.D. Hughes (Éds), *Developments in Quaternary Sciences* (Vol. 15, pp. 1065-1074). Amsterdam : Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53447-7.00076-3>
- Hughes, P. D., Fink, D., Fletcher, W. J., Hannah, G. (2014). Catastrophic rock avalanches in a glaciated valley of the High Atlas, Morocco: <sup>10</sup>Be exposure ages reveal a 4.5 ka seismic event. *Geological Society of America Bulletin*, 126(7-8), 1093-1104. <https://doi.org/10.1130/B30894.1>
- Hughes, P. D., Woodward, J. C. (2017). Quaternary glaciation in the Mediterranean mountains: A new synthesis. *Geological Society, London, Special Publications*, 433(1), 1-23. <https://doi.org/10.1144/SP433.14>
- Hughes, P. D., Fink, D., Rodés, Á., Fenton, C. R., Fujioka, T. (2018). Timing of Pleistocene glaciations in the High Atlas, Morocco: New <sup>10</sup>Be and <sup>36</sup>Cl exposure ages. *Quaternary Science Reviews*, 180, 193-213. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.11.015>
- Hughes, P. D., Fletcher, W. J., Bell, B. A., Braithwaite, R. J., Cornelissen, H. L., Fink, D., Rhoujjati, A. (2020). Late Pleistocene glaciers to present-day snowpatches: A review and research recommendations for the Marrakech High Atlas. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 2(1), 163-184. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00027-4>
- Jossen, J.-A. (1990). *Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000*.
- Wiche, K. (1953). Klimamorphologische und talgeschichtliche Studien im M'Goungebiet. *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien*, 95, 4-41.

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1 à 9)



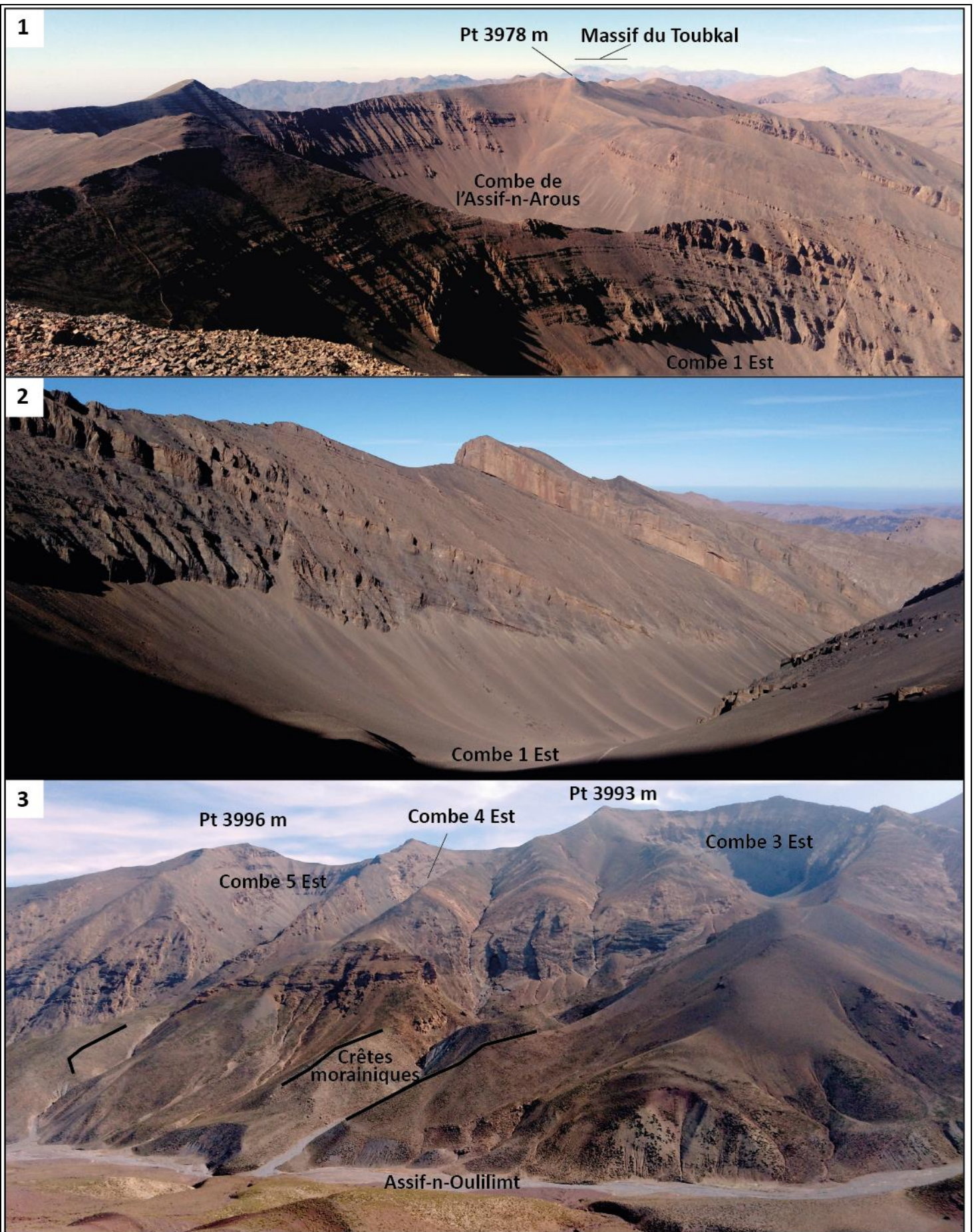


Photo 1 : vue en direction de l'ouest depuis l'Ighil-n-Oumsoud, point culminant de la chaîne du M'Goun. Photo 2 : gradins rocheux et tabliers de versant dans la combe 1 à l'est de l'Arous. Photo 3 : dépôts quaternaires au pied du versant nord du M'Goun, dans lesquels se développe le lit de l'Assif-n-Oulilimt. Photos : J. Bussard, 2021.



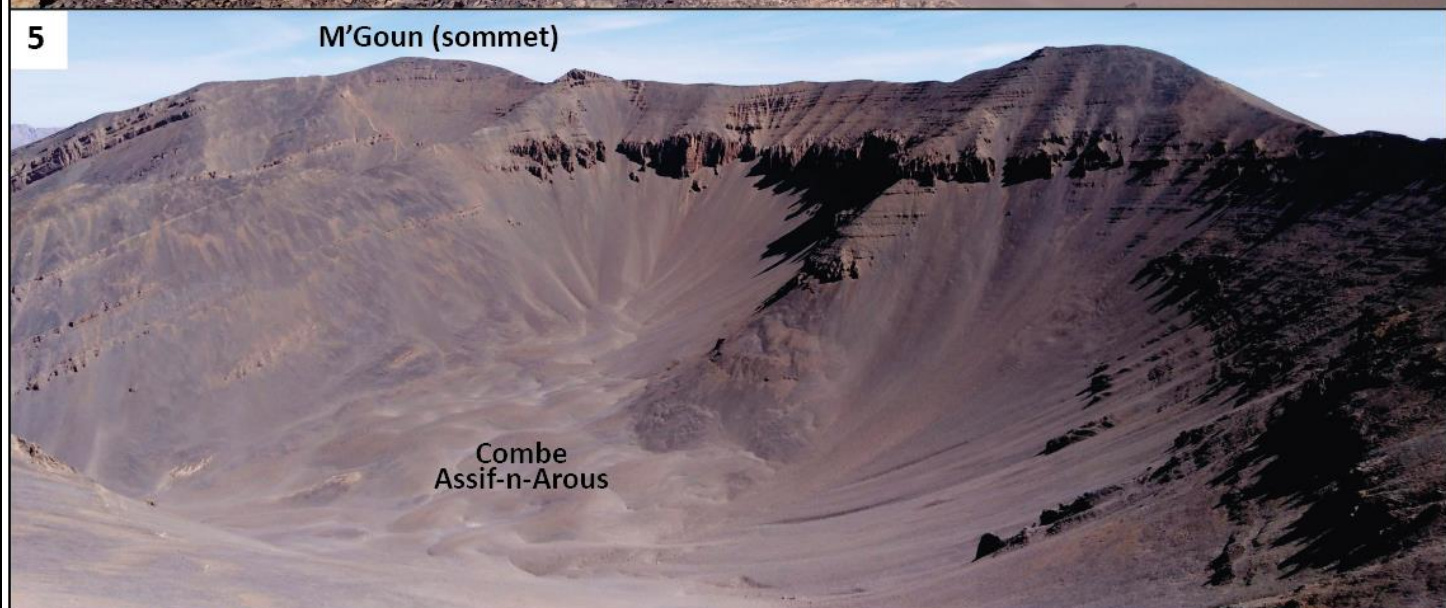


Photo 4 : la très large combe située à l'amont de l'Assif-n-Arous est comblée par des dépôts bosselés qui forment une crête bombée à l'endroit où l'auge se resserre. Photo 5 : la même combe que sur la photo 1, avec son double cirque couvert de gélifracts au pied de quelques escarpements rocheux. Photo 6 : dans la combe 2 à l'ouest de l'Arous, les dépôts bombés dans la partie gauche de l'image sont probablement ceux d'un glacier rocheux. Photos : J. Bussard, 2021.



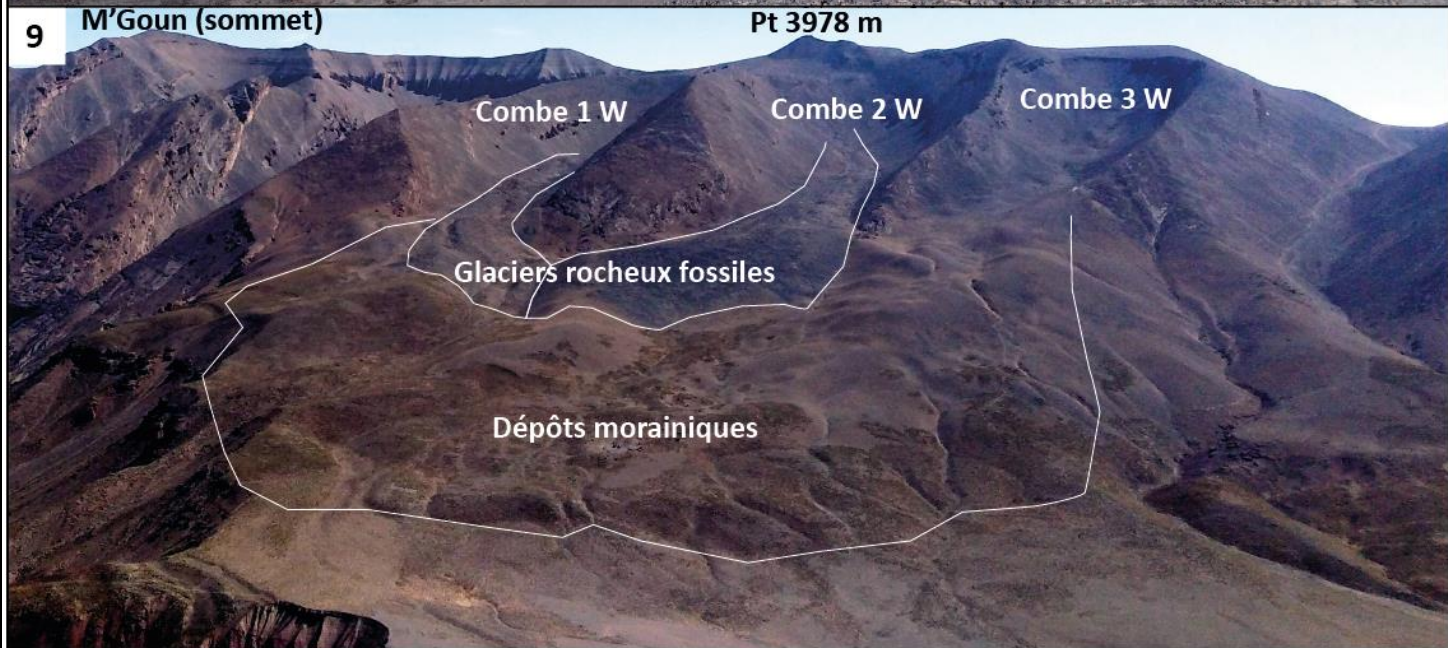
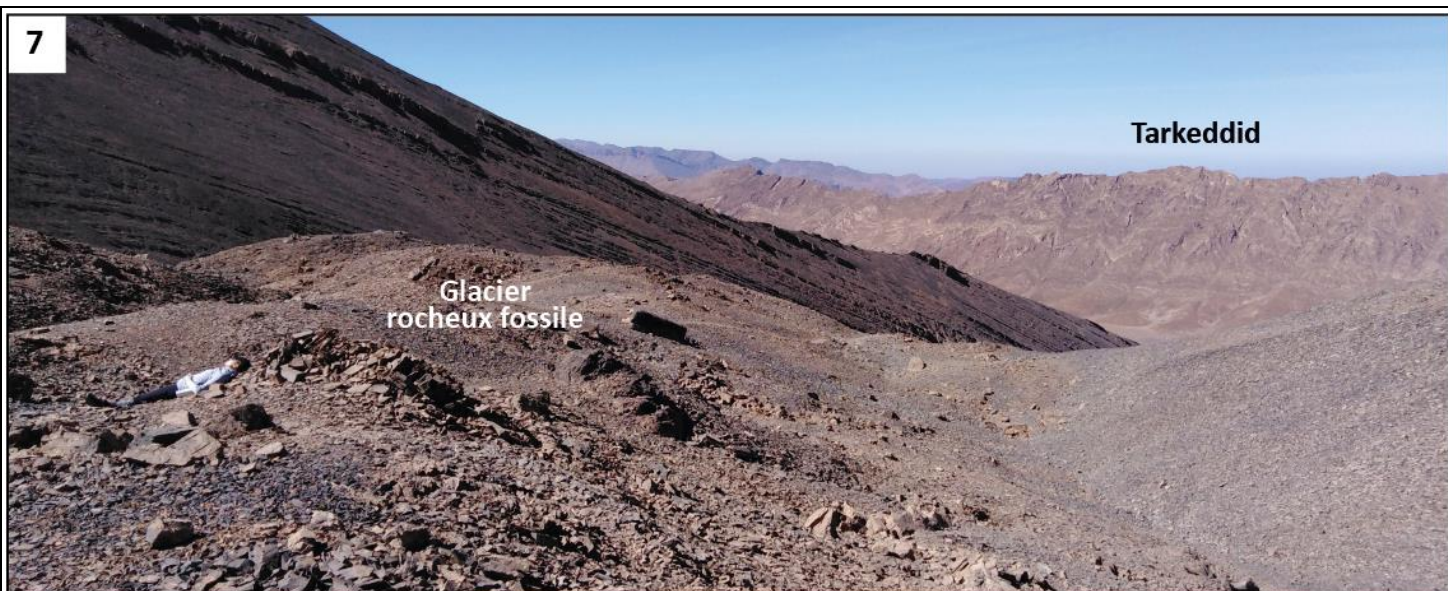


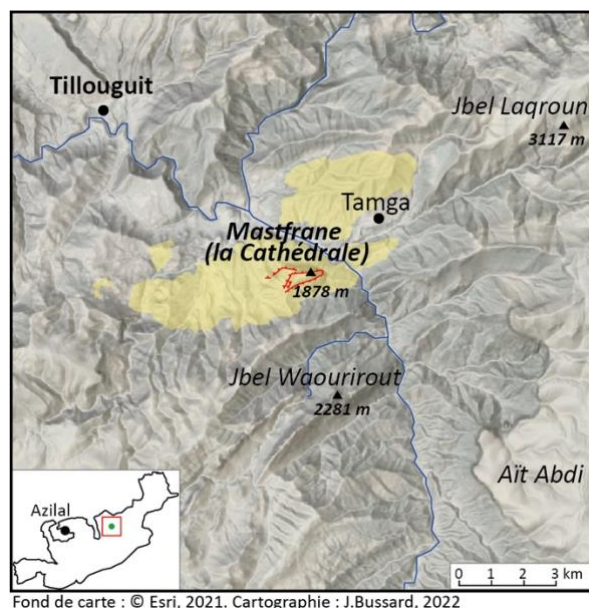
Photo 7 : dans la partie amont des combes 1 et 2 à l'ouest de l'Arous, un amas de blocs de différentes tailles constitue un chaos de bosses et de creux. Photo 8 : vue d'ensemble sur la combe 2 à l'ouest de l'Arous qui débouche sur le vaste plateau des sources de la Tessaout, au pied du Jbel Tarkeddid (3565 m). Photo 9 : les combes 1 à 3 à l'ouest de l'Arous. Les glaciers rocheux présumés ont une couleur sombre et les dépôts glaciaires présumés sont plus clairs. Photos : J. Bussard, 2021.



## Rocher de Mastfrane, dit « la Cathédrale »

Tamga (commune de Tillouguit)

**Brève description :** le rocher de Mastfrane est un monolithe dont la silhouette spectaculaire évoque celle d'une cathédrale. Il est constitué de poudingues d'une formation nommée conglomérats de la Cathédrale, déposés au cœur d'un synclinal au Miocène, durant la phase principale de soulèvement de la chaîne. L'érosion au Quaternaire lui a donné sa forme actuelle.



Coordonnées (WGS 84) : 31°58'55N 6°08'01W

Altitude : 1300 m à 1870 m

### Description

À proximité du village de Tamga, au sud de Tillouguit, un sommet dont la silhouette rappelle la forme d'une cathédrale domine la vallée de l'Assif-n-ou-Ahançal. Le rocher de Mastfrane (photos 1 et 3) est un monolithe dont la face est, une paroi rocheuse haute de 400 m, domine le fond de vallée de près de 700 m (l'altitude du sommet est de 1878 m, tandis que la plaine alluviale dans laquelle s'écoule l'Assif-n-ou-Ahançal s'élève à 1171 m au pied du rocher de Mastfrane). « La Cathédrale » est entièrement entourée de parois rocheuses, à l'exception d'un passage au sud-ouest qui permet d'atteindre le sommet par un sentier pédestre qui longe une vire.

Le rocher de Mastfrane a un aspect particulier et différent des sommets alentour, car il est constitué de poudingues à ciment calcaire brun-rose, nommés conglomérats de la Cathédrale. Les poudingues apparaissent en couches horizontales (photos 2, 4 et 6) et forment une masse relativement homogène et consolidée, parfois en alternance avec des bandes argileuses d'une épaisseur de quelques dizaines de centimètres au maximum. La granulométrie est en général celle de galets de plusieurs centimètres d'arête (photo 5), mais on trouve quelques plus gros blocs de plusieurs dizaines de centimètres. Ce sont essentiellement des calcaires du Lias et du Dogger (Couvreur, 1981), abondants dans le bassin versant de l'Assif-n-ou-Ahançal à l'amont du rocher de Mastfrane. Les conglomérats de la Cathédrale sont déposés au cœur d'un synclinal dont l'axe est orienté est-nord-est/ouest-sud-ouest, soit perpendiculairement à la direction de la vallée de l'Ahançal (qui est inadaptée à la structure géologique). Ils remplissent un bassin topographiquement fermé en direction de l'aval (c'est-à-dire au nord) par l'axe d'un anticlinal que l'oued franchit dans un encaissement en forme de cluse asymétrique. À l'amont, les conglomérats de la Cathédrale s'appuient sur le flanc nord redressé à la verticale de l'anticlinal du Talmest, que l'Assif-n-ou-Ahançal franchit dans un étroit défilé. Le rocher de Mastfrane constitue une proéminence de ces conglomérats pourtant déposés sur une superficie



qui dépasse largement les contours du monolithe, de part et d'autre de l'Assif-n-ou-Ahançal (fig. 1). Cet affleurement de conglomérats est le plus étendu à l'intérieur de la chaîne du Haut Atlas central (Couvreur, 1981). Depuis le sommet du rocher de Mastfrane, une vue étendue sur les alentours permet d'observer la structure de l'anticlinal du Talmest, dont la boutonnière est éventrée jusqu'à des affleurements de basaltes et de siltites du Trias supérieur et de gabbros (sills du Jurassique moyen).

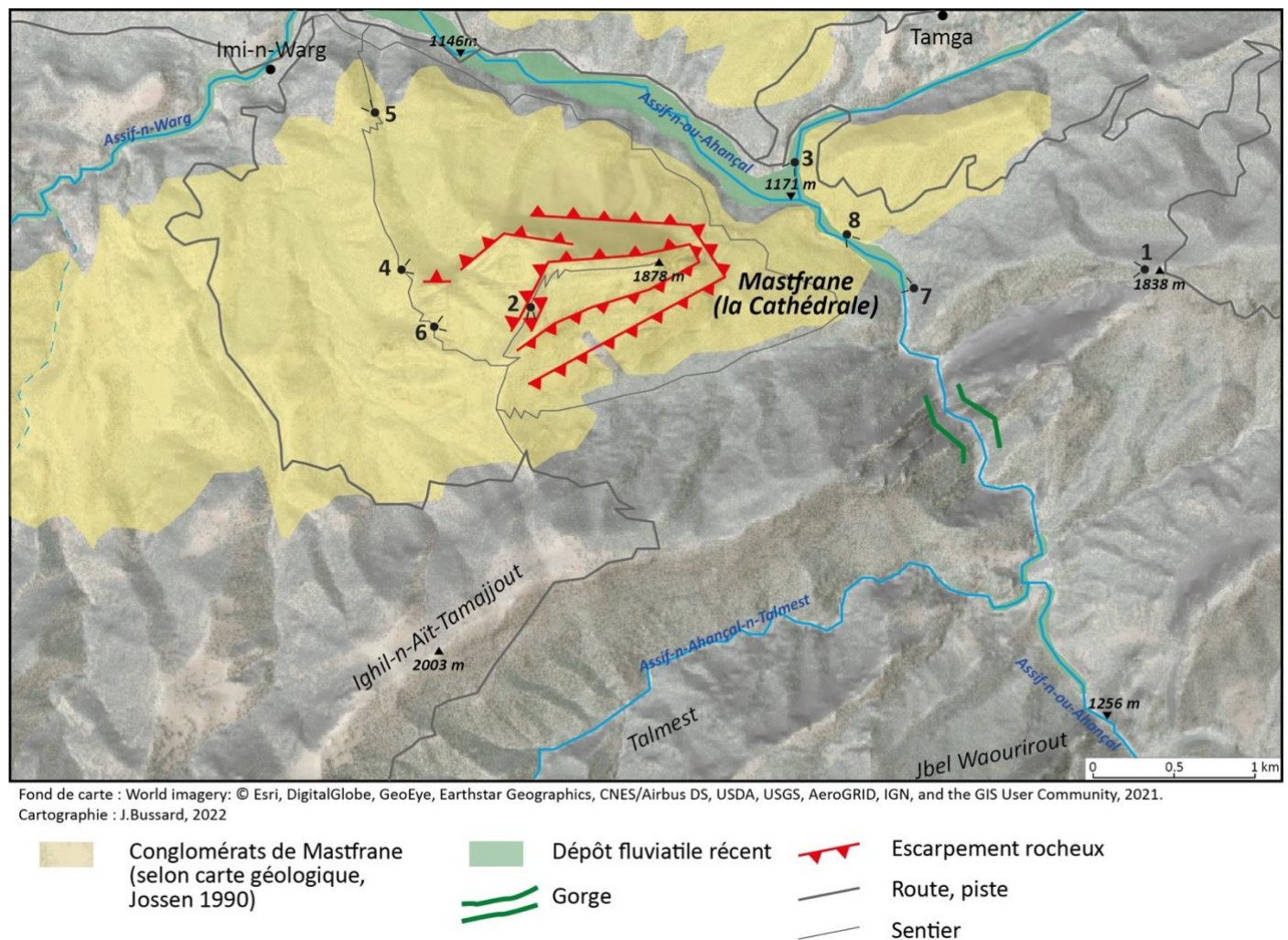


Figure 1 : carte géologique et géomorphologique simplifiée du rocher de Mastfrane. Les numéros indiquent les prises de vue des photos annexées.

## Morphogenèse

L'essentiel des dépôts du Cénozoïque dans le Haut Atlas central date du Mio-pliocène et du Plio-Villafranchien (Couvreur, 1981). Les conglomérats de la Cathédrale seraient datés du Mio-pliocène (Couvreur, 1981 ; Monbaron, 1985 ; Jossen, 1990 ; Monbaron M. & J., 2015), ce qui correspond à la phase principale de soulèvement de la chaîne. Ils sont constitués de matériaux qui ont été charriés par les cours d'eau (la forme émoussée des galets en atteste) depuis les barres calcaires du Jurassique qui forment les plus hauts sommets du Haut Atlas central et qui étaient soumises à une intense érosion. Dans le cas de Mastfrane, la masse et l'épaisseur des dépôts ont probablement permis le maintien d'un monolithe dont l'érosion a sculpté les contours de manière spectaculaire.

Ces conglomérats déposés dans un bassin situé à l'intérieur de la chaîne ont un intérêt pour comprendre l'évolution du relief durant l'orogénèse atlasique : leur granulométrie, leur composition et leur structure renseignent sur les conditions qui prévalaient au moment de leur dépôt, tandis que leur localisation par rapport à d'autres dépôts conglomératiques ou par rapport aux roches environnantes donne des indices sur les étapes d'évolution morphologique de la chaîne. L'absence de galets de basalte triasique dans les conglomérats de la Cathédrale montre que ces dépôts ont été constitués dans les premières étapes de soulèvement de la chaîne, avant que les structures anticlinales ne soient érodées jusqu'à leur cœur, où des roches du Trias affleurent aujourd'hui.



La dynamique de charriage de l'Assif-n-ou-Ahançal est encore très marquée actuellement, comme en atteste la présence d'une zone alluviale active d'une largeur de plus de 100 m au pied de « la Cathédrale » (photos 7 et 8). Par ailleurs, des gros blocs de conglomérats éboulés sont dispersés de part et d'autre de la zone alluviale.

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : érosion différentielle

Visibilité : 5/5. Le rocher de Mastfrane a une silhouette impressionnante qui se détache nettement du paysage alentour : son aspect est en effet très différent de celui des autres sommets de la région. Avec sa structure en marches d'escalier, il permet de bien illustrer la notion d'érosion différentielle.

Complexité : 2/5. La notion d'érosion différentielle, illustrée par un exemple tel que le Rocher de Mastfrane, est relativement simple.

### Thème 2 : dynamique alluviale passée et présente

Visibilité : 4/5. Les galets d'origine fluviale qui composent le monolithe de conglomérats sont particulièrement visibles et reconnaissables, ce qui illustre l'apport sédimentaire très important fourni par les cours d'eau durant certaines périodes de l'orogénèse de l'Atlas. La dynamique actuelle de l'Assif-n-ou-Ahançal au pied du Rocher de Mastfrane est illustrée par sa morphologie en tresses, bien visible au milieu d'un large lit presque dépourvu de végétation.

Complexité : 3/5. Les liens entre les formes (cours d'eau en tresses, galets arrondis pris dans la matrice du conglomérat) et les processus fluviaux sont peu complexes. Les questions de temporalités (dynamique passée du cours d'eau, érosion du Rocher de Mastfrane, dynamique actuelle du cours d'eau) sont en revanche relativement complexes.

## Conditions de visite

Accessibilité	Le sommet est accessible à pied depuis le gîte de la Cathédrale (31°59'44N 6°09'01W), situé au nord du rocher de Mastfrane, au bord de la route principale qui relie Tillouguet et Zawyat Ahançal. Un accès par le sud est aussi possible et permet de raccourcir la marche, en empruntant la piste menant dans le massif du Talmest, au sud-ouest du rocher de Mastfrane (31°58'20N 6°08'28W).
Temps de marche	2h15 depuis le gîte de la Cathédrale (5.5 km, + 750m), 1h depuis la piste de Talmest (2.8 km, +250 m). Retour par le même sentier ou par le chemin qui longe le flanc sud du rocher de Mastfrane jusqu'à l'Assif-n-ou-Ahançal, qu'il est possible de longer pour revenir jusqu'au gîte de la Cathédrale.
Difficulté de marche	Difficulté moyenne (T3), sur un sentier bien indiqué et bien aménagé, mais avec des passages aériens.
Environnement du site	Le monolithe est entouré d'une forêt de pins offrant une ombre agréable. La route principale est très peu fréquentée et n'occasionne donc pas de nuisances importantes.
Infrastructures touristiques	Hébergement au gîte de la Cathédrale. Agences organisant des tours en rafting sur l'Assif-n-ou-Ahançal durant les hautes eaux (au printemps).
Supports de médiations existants	Un panneau du géoparc M'Goun est situé au bord de la route qui mène à Zawyat Ahançal. La morphogénèse du rocher de Mastfrane est présentée dans <i>La Route des Dinosaures</i> (Monbaron M. & J., 2015), avec une coupe géologique schématique.



## Références bibliographiques

- Azatour, M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et Evaluation (Haut Atlas central, Maroc)* (Thèse de doctorat). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane de Beni Mellal.
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* (Thèse de doctorat), Université de Strasbourg, France.
- Jossen, J.-A. (1990). *Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000*.
- Monbaron, M. (1985). *Carte géologique du Maroc, feuille, Beni Mellal au 1:100'000*.
- Monbaron, M., & Monbaron, J. (2015). *La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc*. Genève : Editions d'autre part.

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

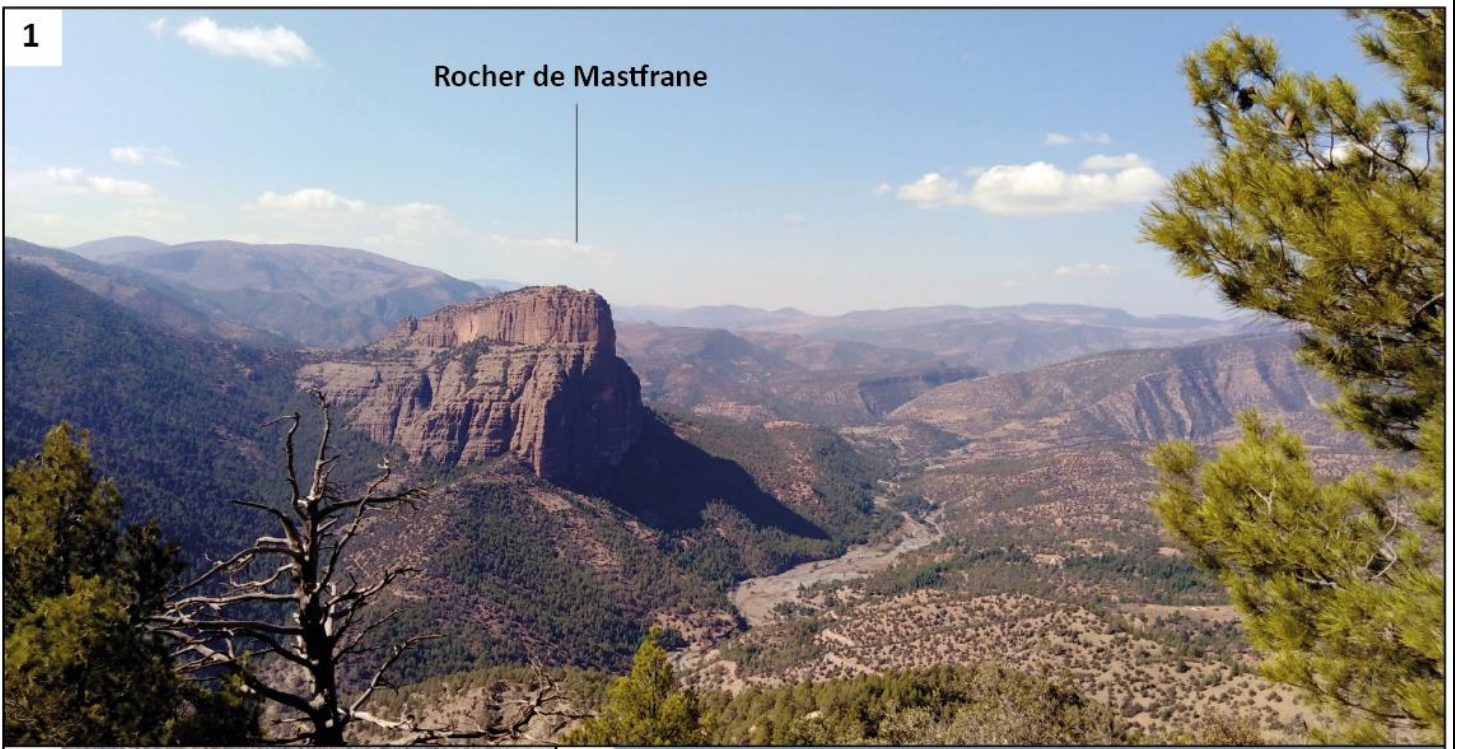
## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1 à 5)

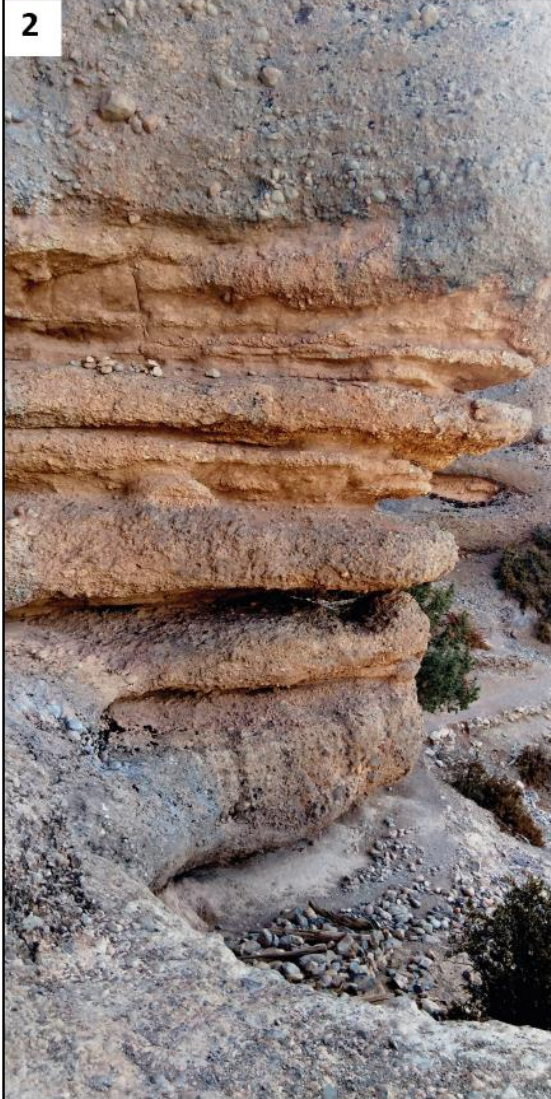


1

Rocher de Mastfrane



2



3

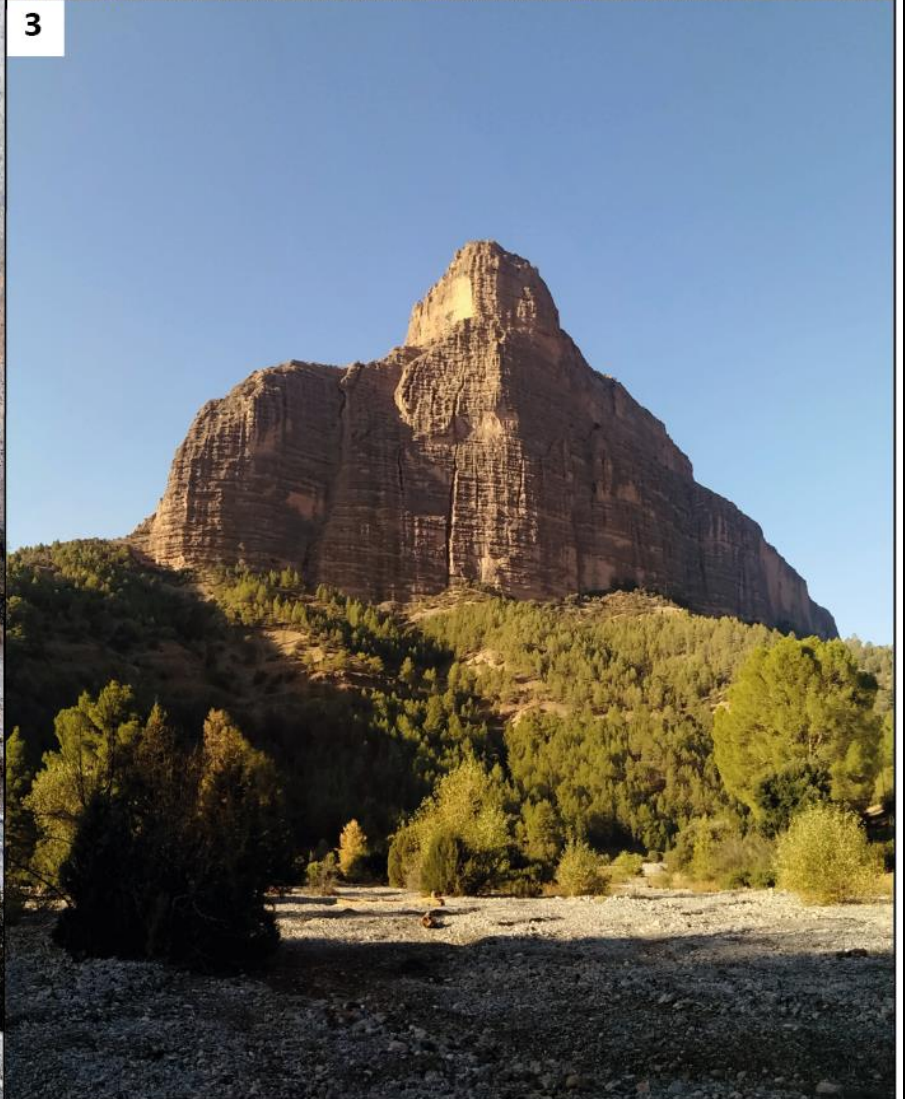


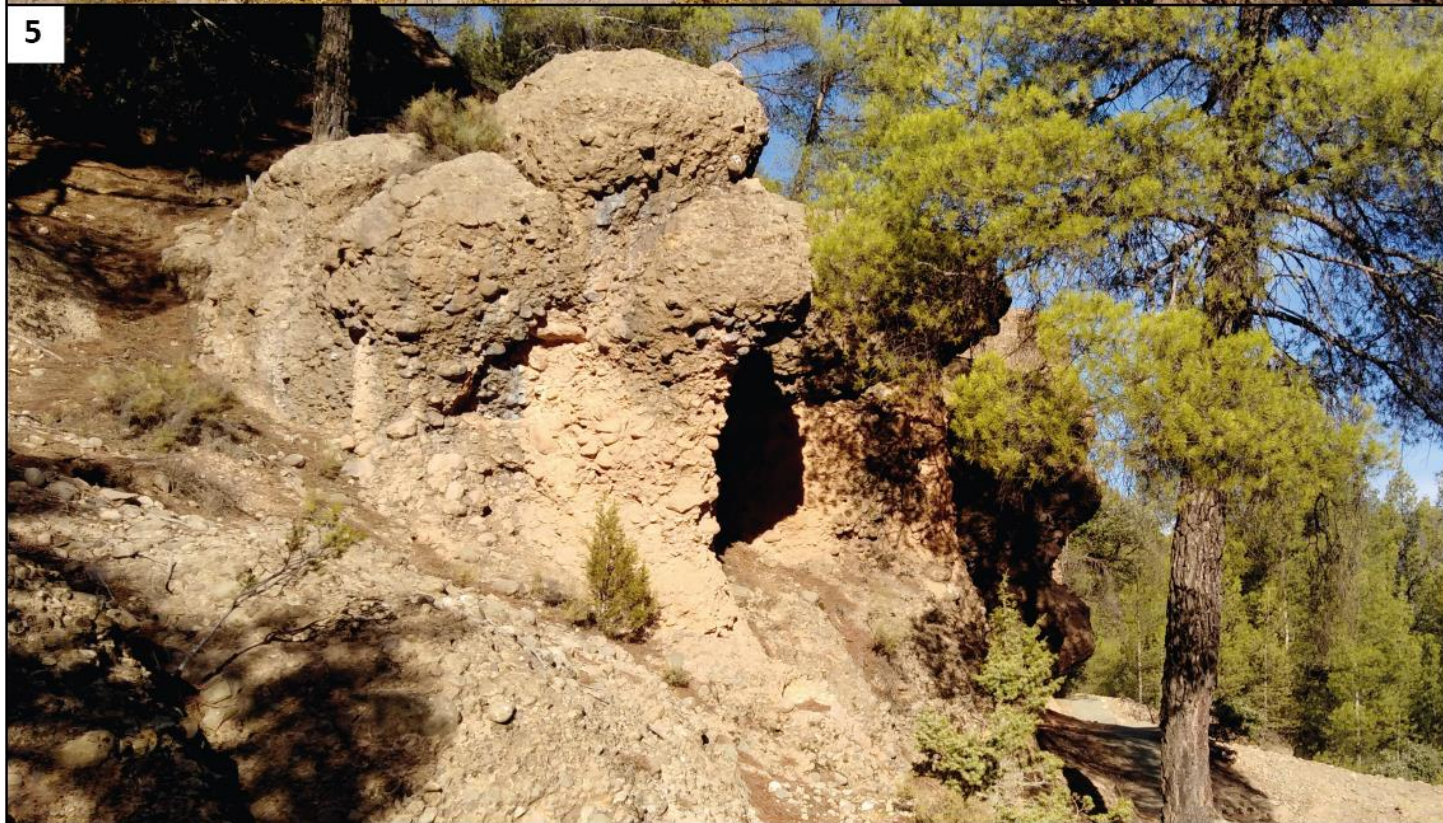
Photo 1 : vue d'ensemble du site du rocher de Mastfrane. La face sud-est au soleil et la face est dans l'ombre. Photo 2 : alternance de dépôts conglomératiques déposés en couches horizontales. Photo 3 : la face est du rocher de Mastfrane, dont la silhouette évoque celle d'une cathédrale. Au premier plan, la zone alluviale de l'Assif-n-ou-Ahançal. Photos : J. Bussard, 2021.



4



5



*Photo 4 : succession de dépôts conglomératiques sculptés sur la face nord-ouest du rocher de Mastfrane. Photo 5 : affleurement de poudingues dans les forêts de pins situés au pied du monolithe. Photos : J. Bussard, 2021.*

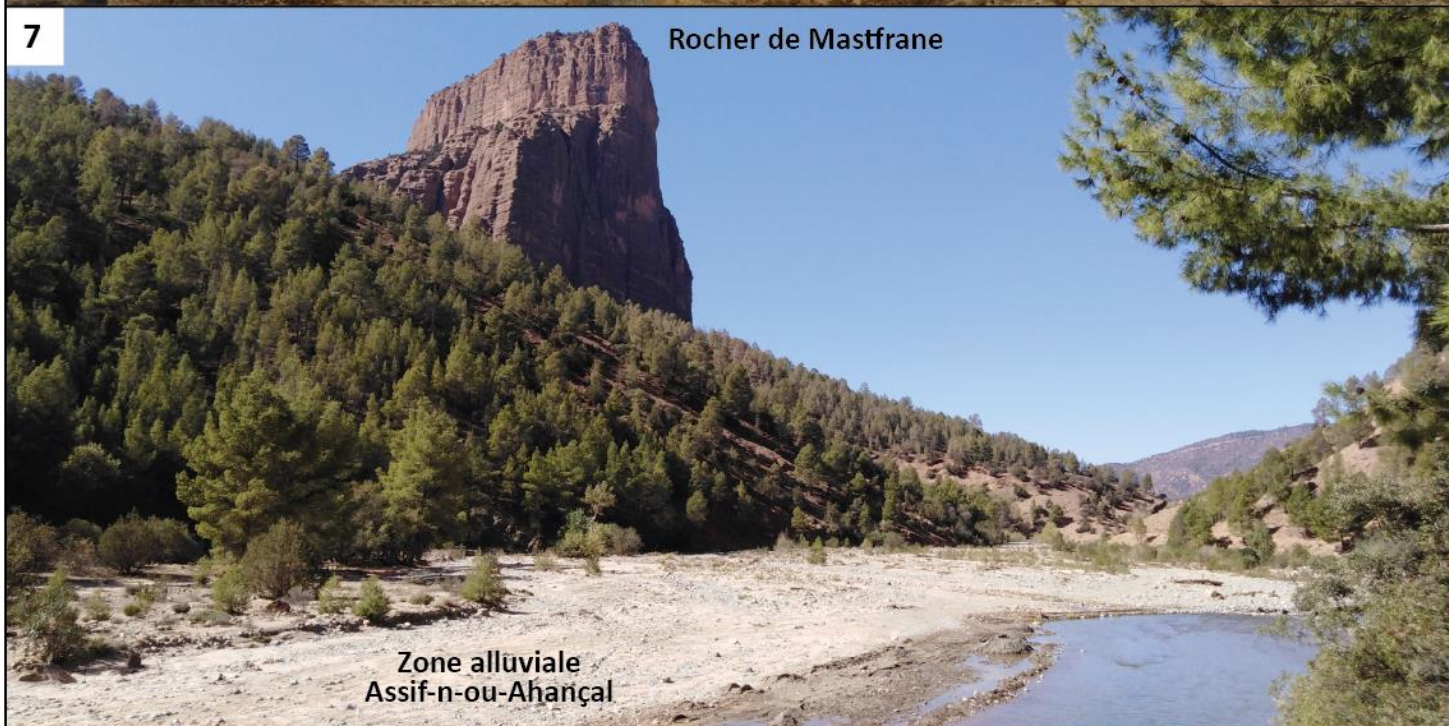


6



7

Rocher de Mastfrane

Zone alluviale  
Assif-n-ou-Ahançal

8

Gorges du Talmest

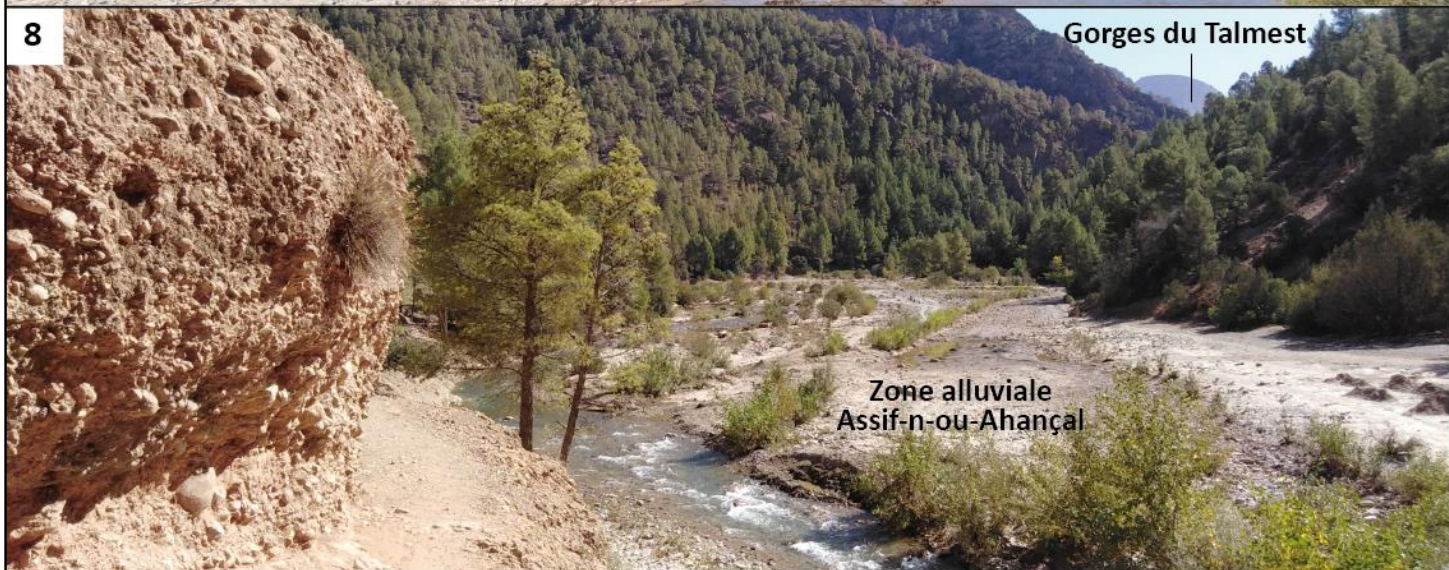
Zone alluviale  
Assif-n-ou-Ahançal

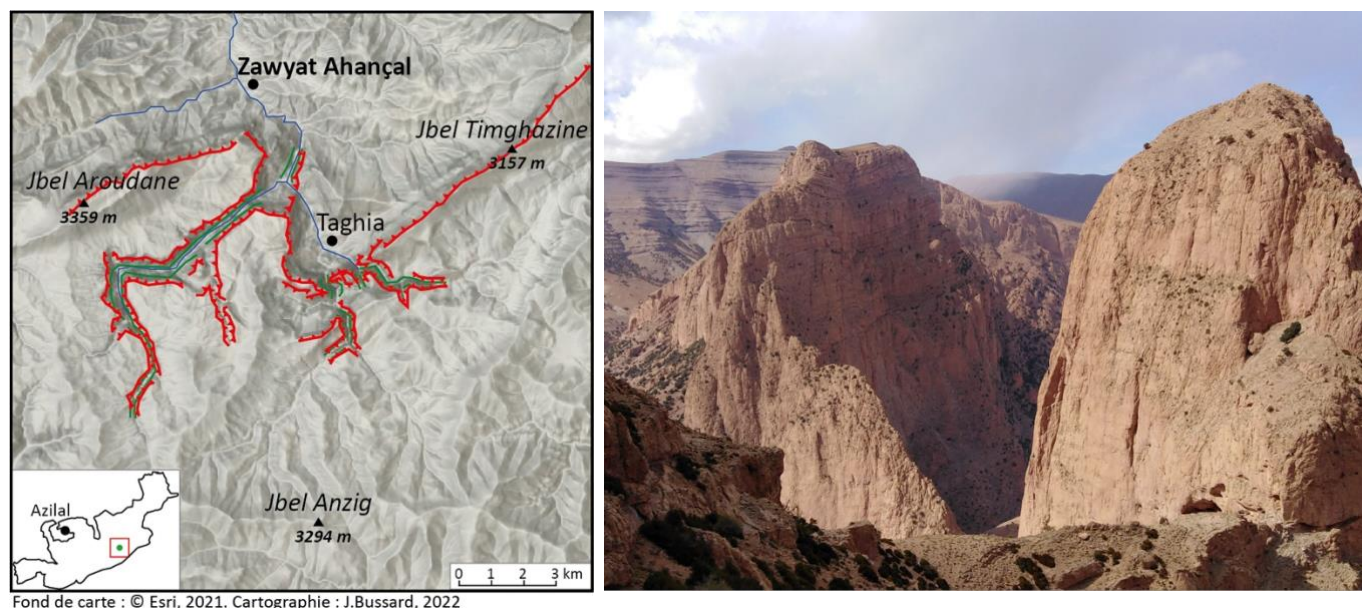
Photo 6 : face nord-est du rocher de Mastfrane. Photo 7 : zone alluviale de l'Assif-n-ou-Ahançal et vue sur la face sud-est du rocher de Mastfrane. Photo 8 : affleurement de conglomérats de la Cathédrale dans un méandre juste au-dessus du lit du cours d'eau. Photos : J. Bussard, 2022.



## Cirque rocheux et sources de Taghia

Taghia (commune de Zawyat Ahançal)

**Brève description :** les nombreuses parois subverticales de calcaire massif qui dominent le village de Taghia offrent une multitude de voies d'escalade connues à l'échelle internationale. Le paysage spectaculaire formé par un vaste cirque rocheux entaillé par quatre gorges profondes et étroites est issu de la combinaison de facteurs structuraux (chevauchements et décrochement) et hydrographiques (raccordement des hauts plateaux du Jbel Anzig à la vallée de l'Ahançal).



Coordonnées (WGS 84) : 31°47'02N 6°04'06W

Altitude : 1750 m à 3157 m

### Description

Le Haut Atlas central est constitué d'une série de plis orientés dans une direction générale ouest-sud-ouest/est-nord-est. L'un de ces plis est un anticlinal, dit anticlinal du Jbel Azourki (Jossen, 1990), long de 65 km, dont l'axe, d'ouest en est, suit les crêtes du Jbel Tizal (3041 m, qui domine la vallée des Aït Bouguemez du côté nord), de l'Ighil-n-Aït Ourit (2920 m), du Jbel Azourki (3677 m), du Jbel Aroudane (3359 m, au-dessus de Zawyat Ahançal), du Jbel Timghazine (3157 m) et du Jbel Taфраout (3348 m). Cette longue chaîne est marquée par une succession de chevauchements desquels résultent des profils asymétriques : le versant chevauchant prend en général la forme d'un crêt, constitué d'escarpements rocheux pouvant parfois atteindre plusieurs centaines de mètres, tandis que le revers est moins raide, plus lisse, plus régulier et ponctué de chevrons. En plus de ces failles chevauchantes, l'axe de l'anticlinal est brusquement interrompu par un décrochement qui décale le flanc sud du pli de plus de 5 km vers le nord entre les massifs de l'Aroudane et du Timghazine (fig. 1). À cet endroit, les épaisses couches de calcaires massifs et dolomies du Lias inférieur et moyen forment des parois subverticales aux couleurs grises et ocres qui atteignent une hauteur allant jusqu'à plus de 800 m (photos 1, 2, 5, 8 et 9).

Le village de Taghia (photos 3 et 7) occupe le centre d'une boutonnière anticlinale et est dominé par un imposant cirque rocheux situé à l'angle de failles chevauchantes et décrochantes. Ce site est renommé à l'échelle internationale pour la qualité de ses voies d'escalade. Les voies les plus connues sont situées sur les versants subverticaux de quatre principales gorges étroites et profondes qui séparent les sommets constitutifs du cirque de Taghia (photo 4). D'est en ouest, les premières sont les **gorges de Taфраout** (Aqqa-n-Taфраout), séparant l'Ifrig, à l'extrémité ouest de la chaîne du Jbel Timghazine (3157 m), de l'aiguille du Taoujdad (photo 5). Ces gorges très étroites longues de plus de 4 km sont inaccessibles sans équipement ; leur entrée aval est immédiatement bloquée par un escarpement qui doit être franchi par quelques pas d'escalade. Au pied de la face ouest du Taoujdad, une courte gorge, raide et obstruée de blocs, sert de voie de descente aux grimpeurs et sépare le Taoujdad de l'Oujdad



(2706 m). L'Oujdad est un monolithe qui domine le village. Toutes ses faces sont des parois hautes de plusieurs centaines de mètres et sont parcourues de plus de 40 itinéraires d'escalade. Les faces ouest et sud-ouest de l'Oujdad dominent les **gorges de Taghia** (Aqqa-n-Taghia). L'accès depuis Taghia à la face sud-ouest de l'Oujdad et plus au sud, aux parois du Tadrarate, se fait par un sentier raide et très aérien qui surplombe les gorges et dont un passage suspendu à la paroi est surnommé le « passage berbère » (photo 8). Les gorges de Taghia sont particulièrement encaissées. En rive gauche, la face nord-est du Tuyat est une muraille impressionnante et remarquablement régulière de plus de 800 m de haut (photo 9). Les parois rocheuses se poursuivent vers l'ouest et forment un cirque d'abord orienté vers le nord, puis, après un coude de 90°, vers l'est. Un passage aménagé dans la paroi (dit le « tire-bouchon ») est le seul endroit où il est possible de franchir ces parois sans matériel d'escalade. Plus au nord, à partir du hameau de Tamdarout, un canyon long de 12 km, le **canyon de Tazaght** (Aqqa-n-Tazaght, photo 6), incise profondément la montagne en direction du sud-ouest, puis du sud. De nombreuses voies d'escalade se situent sur chaque versant du canyon. Sans équipement spécifique, il n'est possible de traverser ce canyon que sur le premier tiers de sa longueur, puis d'en sortir par une gorge secondaire qui remonte en direction du sud.

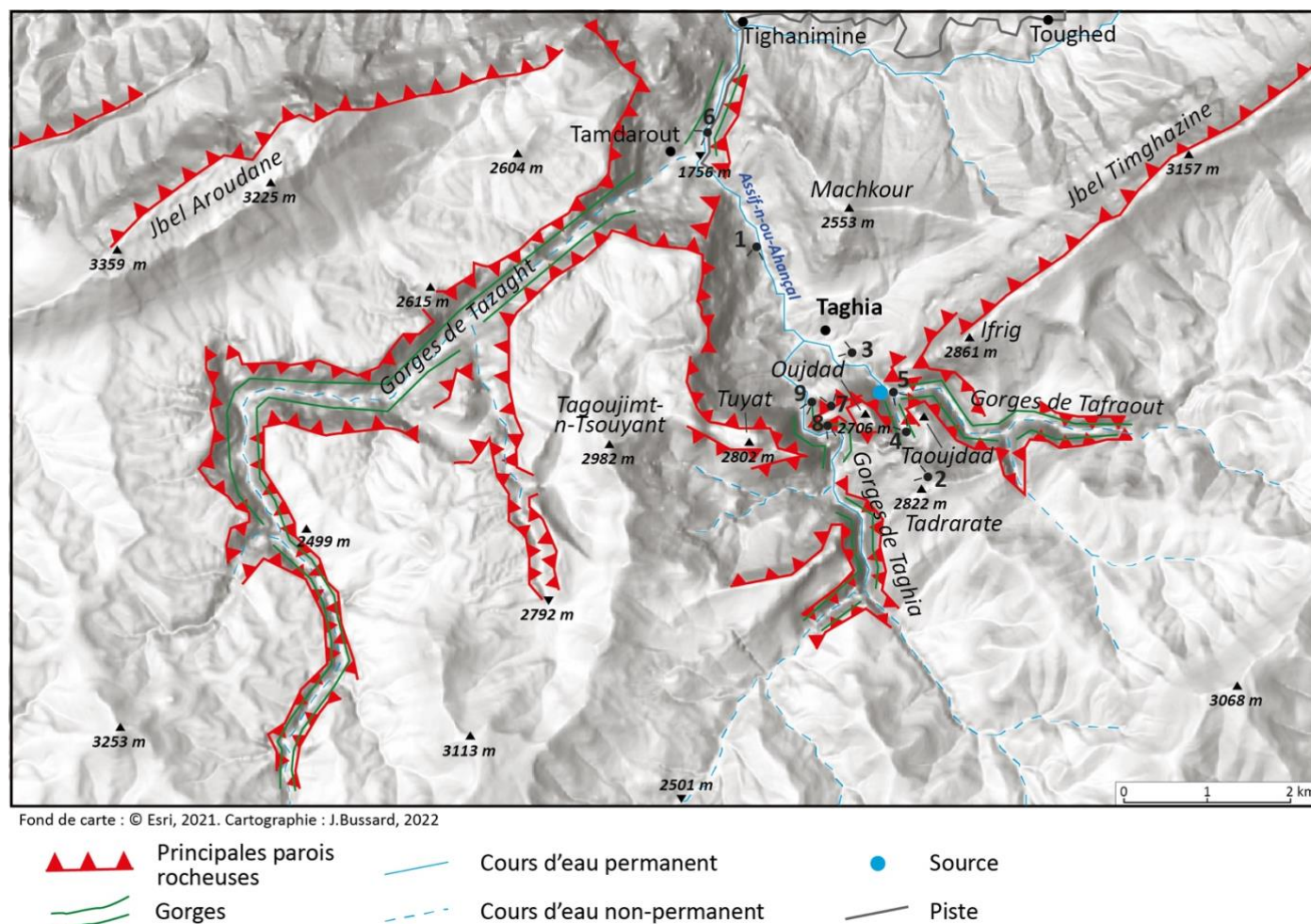


Figure 1 : carte géomorphologique simplifiée de la région de Taghia montrant l'emplacement des gorges et des principales parois rocheuses caractéristiques de ce site. Les numéros indiquent les prises de vue des photos annexées.

La présence de nombreuses parois rocheuses subverticales et très élevées n'est pas seulement liée à la structure géologique, mais doit aussi beaucoup à l'érosion par les cours d'eau, qui ont incisé les profondes et étroites gorges mentionnées ci-dessus. Ces gorges permettent le raccordement des eaux de surface des hauts plateaux d'altitude situés au sud (massif du Jbel Anzig) avec la vallée de l'Assif-n-ou-Ahançal, orientée vers le nord et située près de 1000 m plus bas. La plupart de ces cours d'eau sont temporaires : ils sont en eau uniquement lors des épisodes de précipitation ou de fonte des neiges. Toutefois, lors d'orages, le niveau de l'eau dans les canyons peut monter brusquement. Les cours d'eau permanents présents en fond de vallée doivent leur existence aux **sources karstiques** qui drainent les vastes plateaux calcaires d'altitude. La principale exsurgence est située à l'amont du village de Taghia, au pied de l'Oujdad, et donne naissance à l'Assif-n-ou-Ahançal. Des cônes de travertin ont été formés sous l'exsurgence. Un autre cours d'eau permanent prend sa source au fond des gorges de Taghia.



Le village de Taghia est construit sur les basaltes et les argiles roses à paillettes de gypse du Trias qui forment le cœur de l'anticlinal (photos 3 et 7). Ces roches imperméables expliquent la présence des importantes sources au contact avec les roches carbonatées dans lesquelles se développe le réseau karstique. Une petite zone alluviale et des terrasses utilisées pour l'agriculture remplissent le fond de vallée à proximité du village.

---

## Morphogenèse

D'après Ibouh et al. (2001), deux familles d'accidents synsédimentaires auraient déjà marqué la sédimentation dans cette région au Jurassique inférieur : la principale, de direction ouest-sud-ouest/est-nord-est, c'est-à-dire la direction majeure des structures du Haut Atlas central, et la seconde, de directions nord-nord-ouest/sud-sud-est, perpendiculaire aux structures principales. Au Tertiaire, durant la phase compressive atlasique, l'accident principal (WSW/ENE) « *est réactivé en faille inverse chevauchante, et change latéralement de direction et de sens du chevauchement qui est tantôt vers le Sud tantôt vers le Nord. Le passage d'un segment chevauchant vers le Nord à un segment chevauchant vers le Sud se fait généralement par un segment intermédiaire, dont la direction est NE-SW (virgation en « S ») ou NW-SE (virgation en « Z »).* Ces segments intermédiaires sont dans la plupart des cas ouverts en fente et à remplissage par des argiles rouges et des basaltes d'âge triasique » (Ibouh et al., 2001 : 27). Le secteur entre Taghia et Agoudim (Zawyat Ahançal) serait un exemple de virgation en « z », accentué par un décrochement senestre. Toutefois, contrairement aux indications d'Ibouh et al. (2001), la carte géologique (Jossen, 1990) et nos observations de terrain montrent qu'il n'y a pas d'inversion du sens du chevauchement entre le massif du Timghazine et celui de l'Aroudane. Les deux sont en effet orientés vers le nord, comme le suggère l'esquisse géologie de Couvreur (1981). Le prochain changement de direction est observable entre l'Aroudane et l'Azourki.

Les zones de faiblesse issues des accidents géologiques (fractures, failles) ont subi une érosion préférentielle. Le cours actuel de l'Assif-n-ou-Ahançal suit en effet l'axe du décrochement entre Taghia et Zawyat Ahançal. Les gorges des alentours de Taghia sont aussi situées dans des zones très fracturées, mais qui correspondent aussi à un ensellement axial. Cette situation en fait une « zone drainante transversale » (Monbaron, 1975) : les ruissellements de surface ont été dirigés vers cette zone de faiblesse topographique, tout comme les écoulements souterrains drainant le massif du Tadrarate et une partie des plateaux d'altitude situés au sud de Taghia. Le niveau de base des écoulements karstiques se situe à la limite entre les calcaires perméables du Lias et les couches argileuses imperméables du Trias (les sources de Taghia sont situées sur cette zone de contact). La combinaison de l'érosion karstique et de l'érosion fluviale dans une zone déjà très fragilisée par les mouvements tectoniques explique la formation des gorges et des hautes parois rocheuses à cet endroit-là.

---

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : formation des gorges (érosion karstique et fluviale)

Visibilité : 5/5. Les gorges sont particulièrement visibles et spectaculaires.

Complexité : 4/5. La formation des gorges est relativement complexe, car elle est issue de deux types d'érosion (karstique et normale) et dépend de facteurs tectoniques et structuraux dont la représentation sur le terrain n'est pas évidente.

### Thème 2 : géomorphologie structurale

Visibilité : 4/5. Le cirque rocheux de Taghia est très structurant dans le paysage.

Complexité : 2/5. Les différences de lithologie ainsi que l'orientation des principales failles sont faciles à repérer. La structure générale de la chaîne est un peu plus complexe, en particulier à cause du décrochement qui sépare la crête du Jbel Aroudane de celle du Jbel Timghazine et dont résulte un système complexe de failles.



### Thème 3 : système karstique, notion de karst barré

Visibilité : 3/5. Les sources karstiques de l'Assif-n-ou-Ahançal sont bien visibles, juste au-dessus du village de Taghia. Elles sont l'exutoire d'un volume considérable d'eau souterraine – même en période sèche – ce qui contraste avec l'aridité des hauts plateaux calcaires situés derrière les parois rocheuses de Taghia. Par contre, l'intérieur du réseau karstique est inaccessible.

Complexité : 2/5. La disposition du réseau karstique est sans doute très complexe, mais son existence est liée à un seul processus (la dissolution karstique), ce qui en fait une thématique peu complexe.

---

### Conditions de visite

Accessibilité	Le village de Taghia n'est pas accessible en voiture. En 2022, la piste en provenance d'Agoudim (Zawyat Ahançal), très étroite à partir de Tighanimine, s'arrêtait à Tamdarout. De là, un sentier de 2.5 km de long mène à Taghia. Depuis le village, le panorama sur le cirque rocheux qui l'entoure est exceptionnel. L'accès au pied de l'Ifrig, situé en face des sources karstiques de l'Assif-n-ou-Ahançal (31°47'02N 6°04'05W), à l'extrémité ouest de la chaîne du Jbel Timghazine, est particulièrement facile à partir de Taghia (1 km depuis le magasin au centre du village).
Temps de marche	40 minutes depuis Tamdarout jusqu'à Taghia. 15 minutes supplémentaires jusqu'aux sources. En partant de l'arrêt des bus à Agoudim, rajouter 1h15 de marche (5.5 km).
Difficulté de marche	Marche facile jusqu'aux sources. Les sentiers qui permettent de rejoindre les hauts plateaux sont difficiles, aériens et demandent un accompagnement par un guide ou du matériel d'escalade.
Environnement du site	Site sans voiture (le village de Taghia n'est pas accessible par la route) et très calme.
Infrastructures touristiques	Plusieurs gîtes et deux épiceries sont situées à Taghia, et d'autres possibilités d'hébergement à Zawyat Ahançal. De nombreuses voies d'escalades sont équipées.
Supports de médiations existants	Aucun, si ce n'est les guides d'escalade (dont celui de Ravier et Elsenaar, 2019) et quelques guides de randonnées (notamment celui de Galley, 2012).



## Références bibliographiques

- Azatour, M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et Evaluation (Haut Atlas central, Maroc)* (Thèse de doctorat). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane de Beni Mellal.
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg, France.
- Galley, H. (2012). *Montagnes du Maroc : Trekking et ski de randonnée* (2e éd.). Genève : Éd. Olizane.
- Ibouh, H., Fatima, B., Bouabdelli, M., Souhel, A., & Youbi, N. (2001). L'accident Tizal-Azourki Haut Atlas central du Maroc : Déformations synsedimentaires liasiques en extension et conséquences du serrage atlasique. *Estudios Geologicos*, 57. <https://doi.org/10.3989/egeol.01571-2124>
- Jossen, J.-A. (1990). *Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000*.
- Monbaron, M., & Monbaron, J. (2015). *La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc*. Genève : Editions d'autre part.
- Ravier, C., & Elsenaar, I. (2019). *Taghia et autres montagnes berbères*. Pau (France).

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1-6)
- Coupe géologique simplifiée de Taghia et structure du réseau karstique (annexe 1)



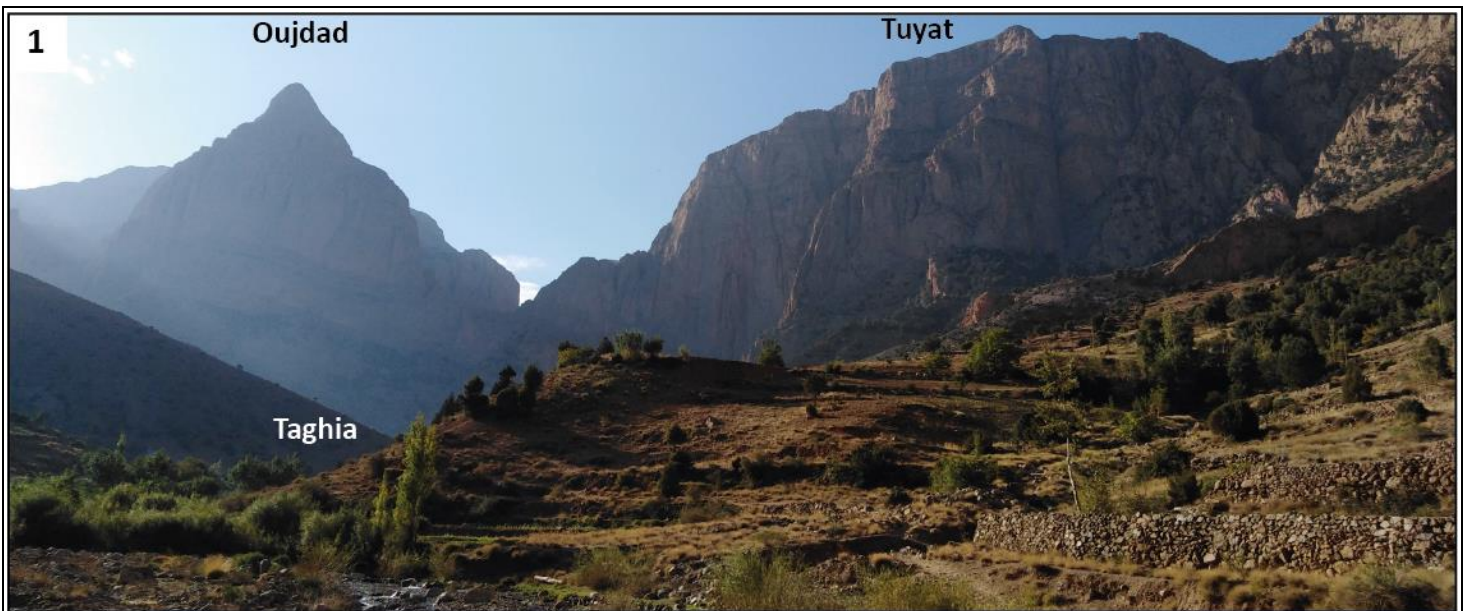


Photo 1 : au-dessus de Taghia, le sommet de l'Oujdad (à gauche) et les parois du Tuyat. Photo 2 : les deux mêmes sommets que sur la photo 1 mais vus du SE, avec l'Oujdad à droite séparé du Tuyat et du massif du Tagoujimt-n-Tsouyant par les gorges de Taghia. Photo 3 : le village de Taghia, construit sur une coulée basaltique du Trias. Photos : J. Bussard, 2022.



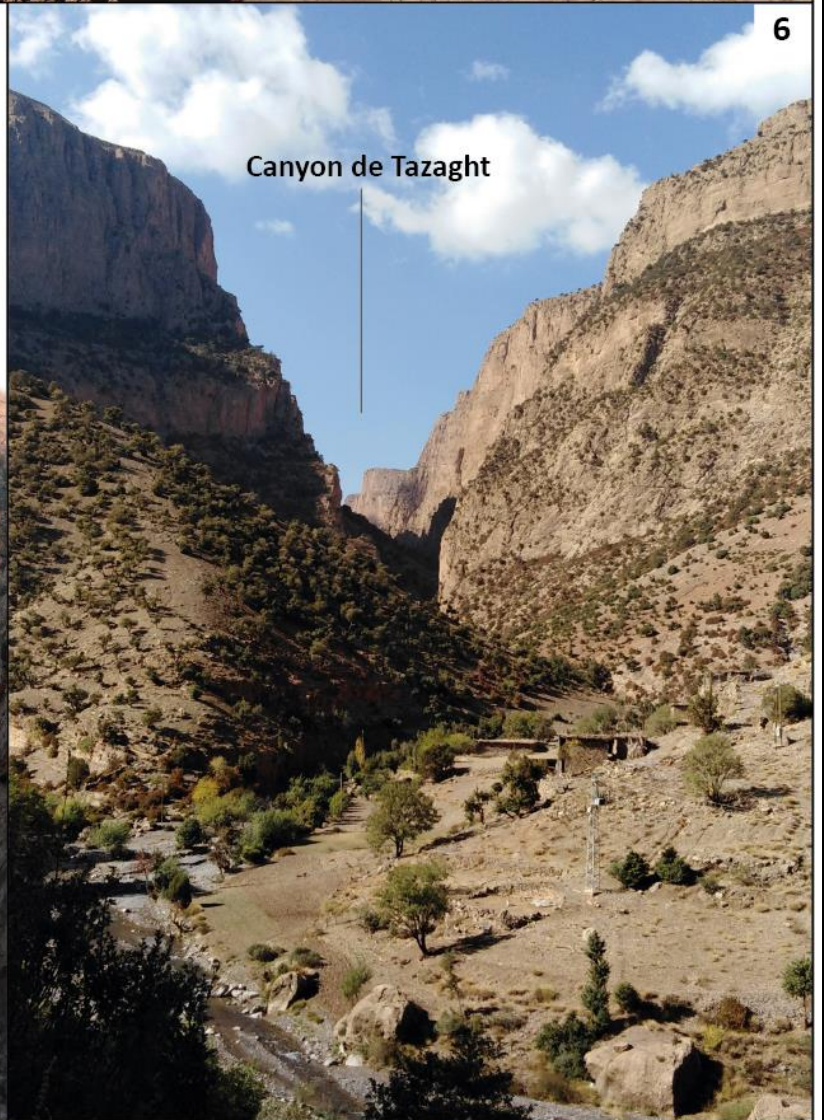
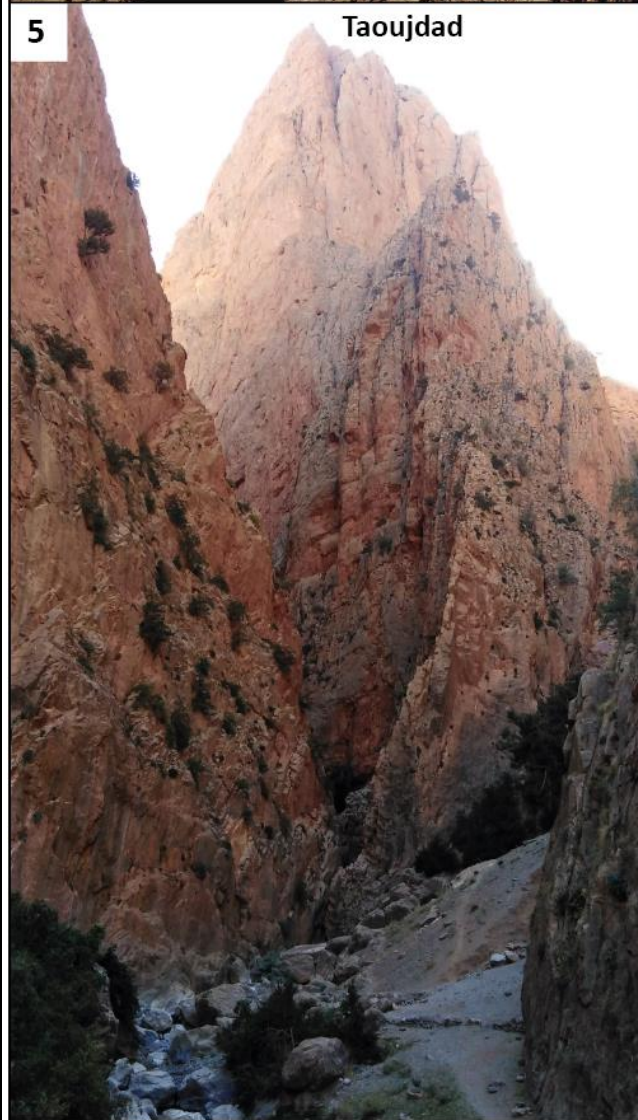
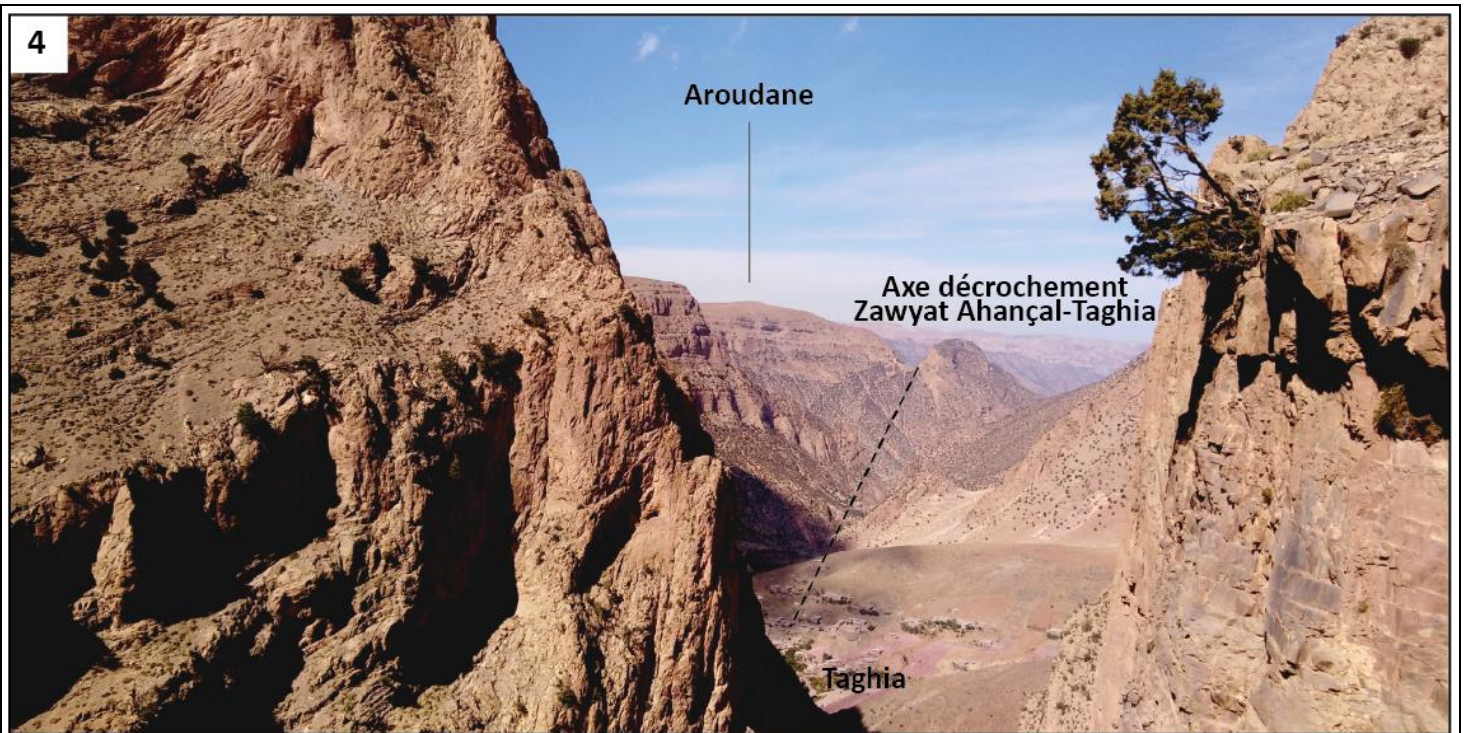


Photo 4 : coup d'œil sur les hauts de Taghia, entre les parois de l'Oujdad (à gauche) et du Taoujdad (à droite). Photo 5 : l'aiguille du Taoujdad et l'entrée des gorges de Tafraout, proche des sources karstiques de l'Assif-n-ou-Ahançal. Au centre, le sommet du Taoujdad. Photo 6 : le hameau de Tamdarout, à l'entrée du canyon de Tazaght. Photos : J. Bussard, 2021.



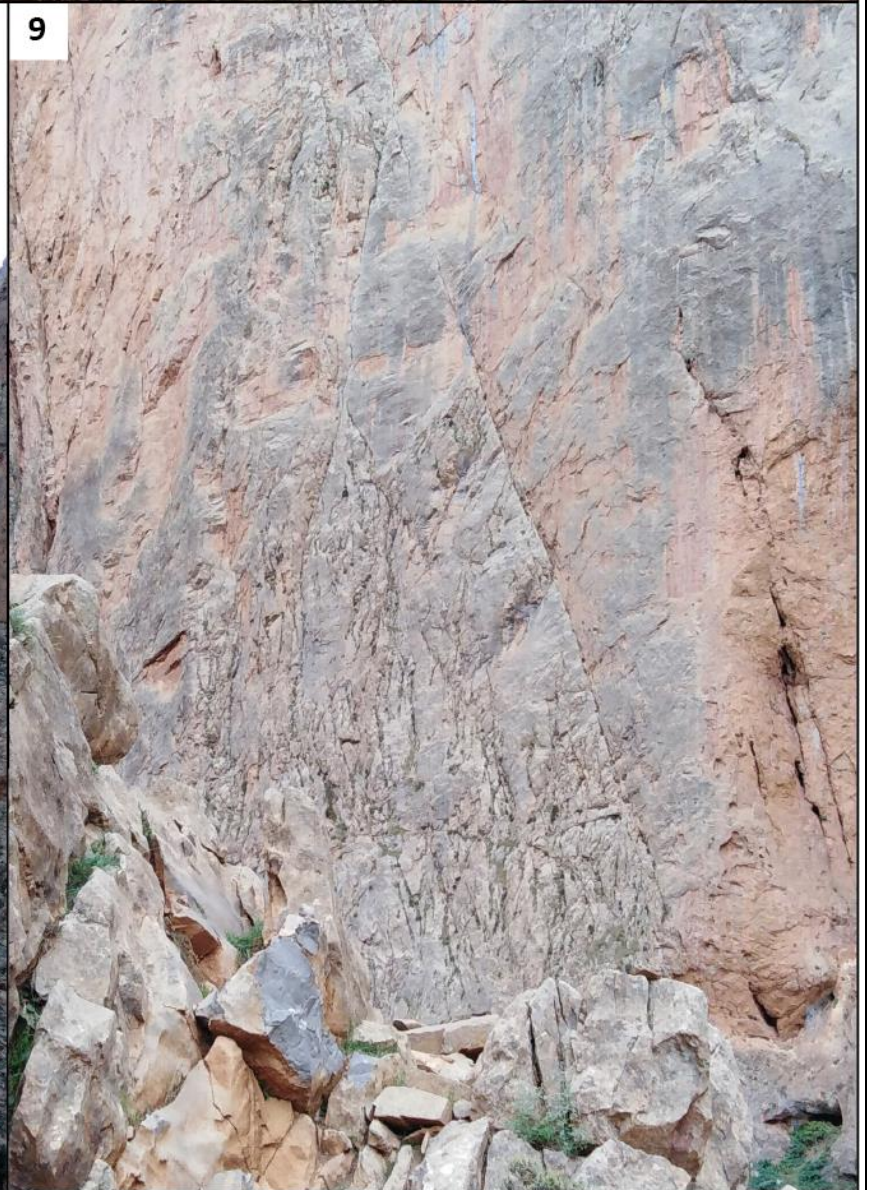
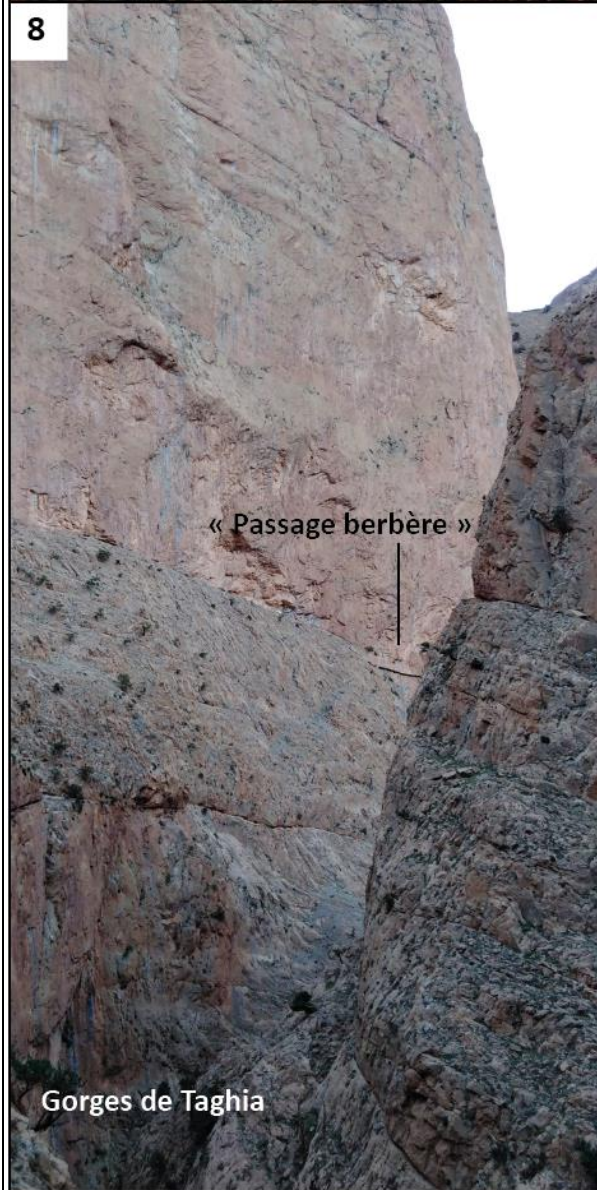
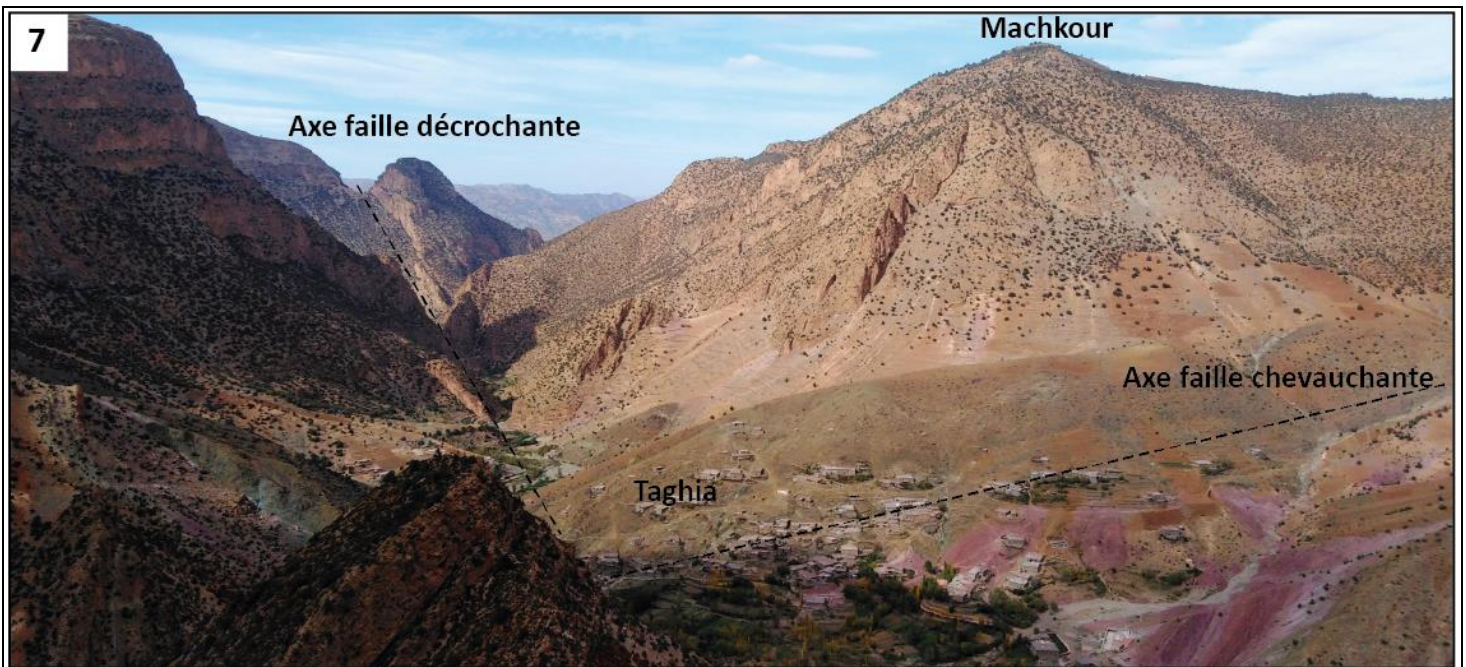
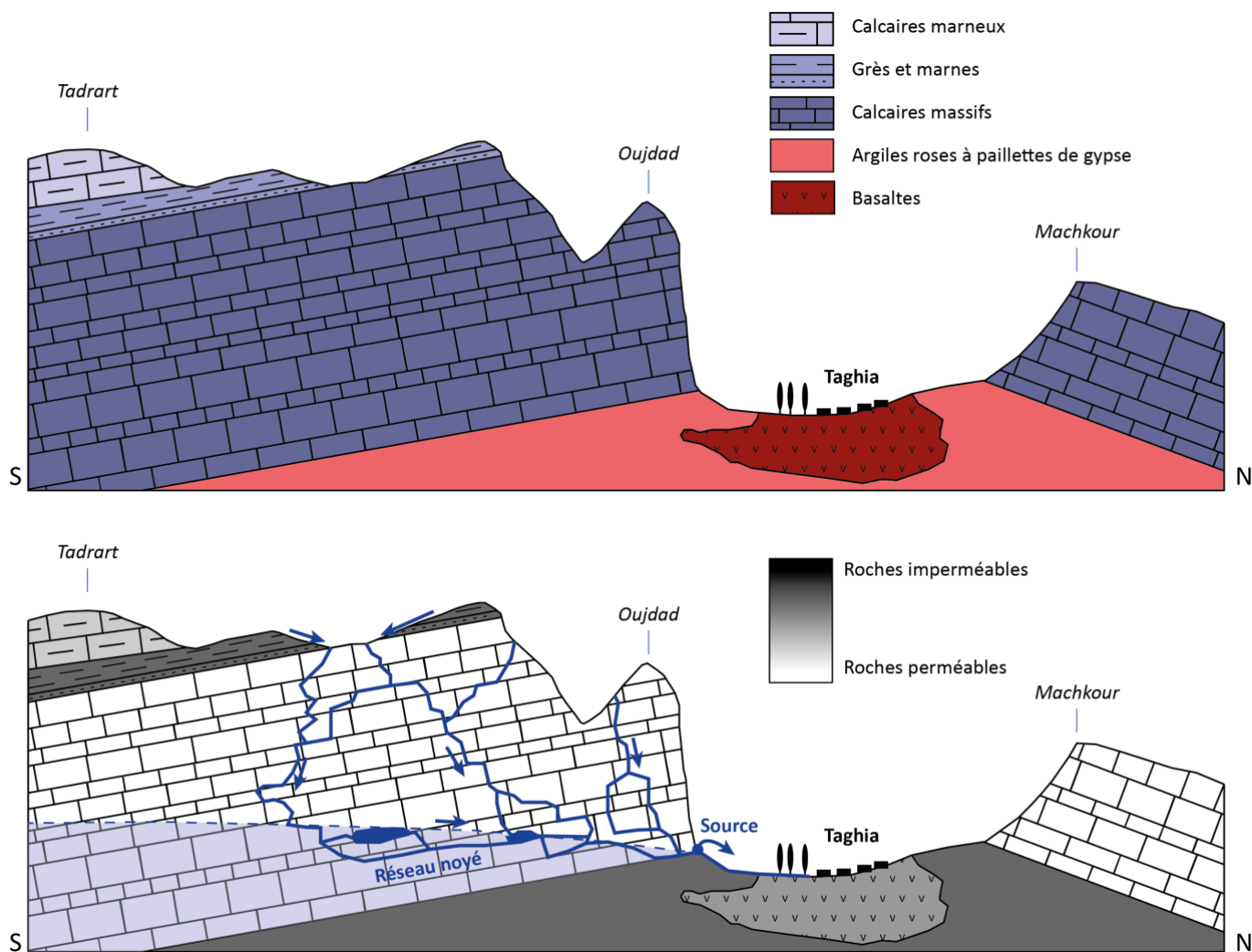


Photo 7 : Taghia au premier plan et, sur la droite de l'image, les gorges qui conduisent à Zawyat Ahançal, dans l'axe d'un décrochement. Photo 8 : dans les gorges de Taghia, le « passage berbère » prolonge une vire dans la paroi sud-ouest de l'Oujdad. Photo 9 : une partie de l'immense face nord-est du Tuyat, qui atteint 800 m de haut. Photos : J. Bussard, 2022.





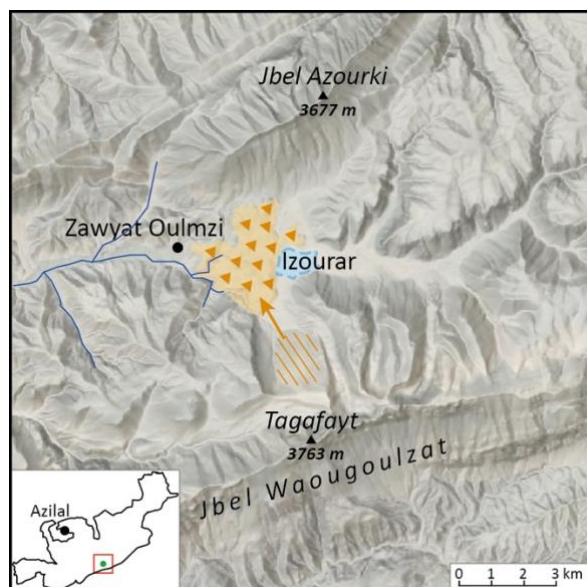
Annexe 1 : coupe géologique simplifiée de Taghia et structure du réseau karstique (J. Bussard, 2022)



## Glissement rocheux d'Izourar

Zawyat Oulmzi (commune de Tabant)

**Brève description :** les dépôts d'un glissement de terrain étalés sur plus de 7 km<sup>2</sup> barrent transversalement le haut de la vallée des Aït Bouguemez, entre les massifs de l'Azourki et du Waougoulzat. Le lac d'Izourar, un lac temporaire et sans profondeur, se forme à l'amont de ce barrage lors des orages ou à la fonte des neiges. Le plan de glissement, qui daterait du Salétien (Pléistocène inférieur), est bien visible sur le versant nord de la chaîne du Waougoulzat.



Fond de carte : © Esri, 2021. Cartographie : J.Bussard, 2022



Coordonnées (WGS 84) : 31°42'17N 6°15'57W

Altitude : 2200 m à 3763 m

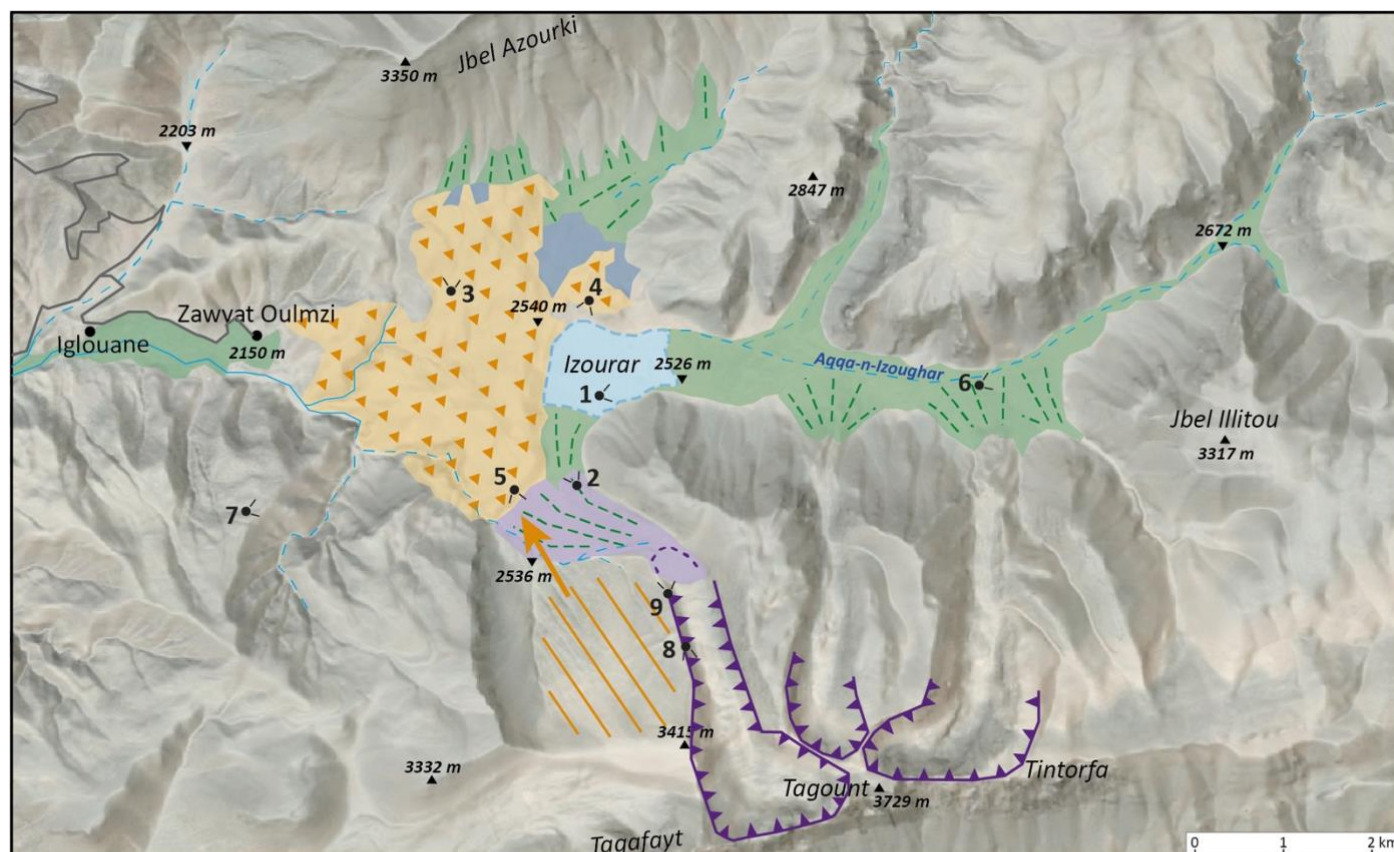
### Description

Le **lac temporaire d'Izourar** (2526 m d'altitude) est entouré par les chaînes du Jbel Azourki (3677 m) au nord et du Jbel Waougoulzat (3763 m à son point culminant nommé Tagafayt) au sud. Il est situé à l'amont de Zawyat Oulmzi, le dernier douar de la vallée des Aït Bouguemez. Le lac a un fond plat constitué de sédiments fins (photo 1). Il occupe une superficie de 1.15 km<sup>2</sup> (fig. 1) et n'a qu'une très faible profondeur. Le plan d'eau se remplit à la fonte des neiges au printemps ou après des orages et est retenu par un barrage constitué par un vaste amas de blocs de petite taille (photo 2). Le barrage a une superficie de près de 7 km<sup>2</sup> et une longueur de 3.7 km. Le sommet des dépôts dépasse de 100 m le niveau du lac, ce qui laisse penser qu'ils ont une épaisseur probable de 200 à 300 m. Le dépôt, très hétérométrique en surface (photo 3), est surmonté d'un plan de glissement bien visible sur les contreforts du Waougoulzat (photo 4). Le plan de glissement s'élève sur 900 m de dénivelé et culmine à 3415 m, avec une pente régulière d'environ 20°. Il est constitué de roches non consolidées reposant sur une dalle de calcaires de la formation d'Aganane (Toarcien). La dalle est visible au fond des ravines qui entaillent verticalement le plan de glissement.

Du côté ouest, une paroi rocheuse et un voile d'éboulis surmontent le plan de glissement. À l'est, le plan de glissement est limité par une auge glaciaire située au pied du Tagount (3729 m) et dont l'extrémité aval est marquée par la présence d'un bastion morainique. Quelques bergeries prennent place dans la petite dépression située derrière le bastion morainique, à une altitude d'environ 2900 m. La situation très favorable de ce vallon, exposé plein nord au pied des parois subverticales du Tagount et entouré par des escarpements rocheux, permettrait d'expliquer la présence de dépôts glaciaires à une altitude largement inférieure à celles observées dans la région du M'Goun. D'après les indications de Hughes et al. (2004), ce bastion aurait été remanié par un glacier rocheux. Nos observations ne nous permettent pas de confirmer cela ; il s'agit plus vraisemblablement d'un remaniement des dépôts glaciaires par érosion fluviale.



Les eaux qui s'écoulent sur le plan de glissement et dans l'auge glaciaire donnent naissance à un cours d'eau temporaire dont le lit creuse le flanc sud-ouest des dépôts du glissement. Cet oued est rejoint en aval par un autre cours d'eau issu de sources qui drainent l'eau piégée à l'arrière du barrage. L'Aqqa-n-Izoughar, qui alimente le lac d'Izourar, ne parvient pas à franchir le barrage en surface et c'est donc en souterrain qu'il rejoint la partie aval de la vallée et permet l'irrigation des cultures en terrasses à partir de Zawyat Oulmzi. À l'amont du barrage, le fond plat de la vallée est comblé par des alluvions sur plusieurs kilomètres (photos 5 et 6). Le fond de vallée, recouvert à certains endroits par des cônes de déjection et par des tabliers de versant, a une largeur de 750 m à 2 km en amont du barrage, de 550 m à 4 km du barrage et de 300 m à 6 km du barrage. Le gain d'altitude, après 6 km, ne dépasse pas les 100 m.



Fond de carte : © Esri, 2021. Cartographie : J.Bussard, 2022

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Figure 1 : carte géomorphologique simplifiée de la région du lac d'Izourar. Les numéros indiquent les prises de vue des photos annexées.

## Morphogenèse

La disposition des dépôts et la présence d'un plan de glissement bien visible sur le versant nord du Waougoulzat rendent l'hypothèse d'un glissement de terrain très vraisemblable. Au vu de la faible pente du plan de glissement et de la grande distance sur laquelle les dépôts sont étalés, il s'agit probablement d'un glissement rocheux, voire d'un tassement, et non d'un éboulement. La masse écroulée n'a sans doute pas été totalement disloquée en profondeur, bien que la surface soit entièrement recouverte de blocs de petite taille. Au pied de l'Azourki, les dépôts du glissement reposent sur des tabliers de versant indurés, qui d'après Couvreur (1981) ont les caractères du Moulouyen (étage du Pléistocène inférieur dans la stratigraphie marocaine).



Par ailleurs, dans la partie sud, les dépôts du glissement sont recouverts à certains endroits par deux types de dépôts (Couvreur, 1981) : une brèche de pente avec des gélifracts attribuée au Pluvial Tensiftien (fin du Pléistocène moyen) et un comblement palustre qui daterait de l'Amirien (début du Pléistocène moyen). Plus récent que le Moulouyen et plus ancien que l'Amirien, l'éboulement daterait donc du Salétien (fin du Pléistocène inférieur). Suite à cet événement de grande ampleur, la vallée à l'amont du barrage a été comblée par des apports sédimentaires lacustres et fluvio-glaciaires. Toutefois, comme nous ne connaissons pas la stratigraphie de ces dépôts, il est difficile de détailler les étapes de ce remplissage. Il est probable que depuis le glissement, notamment durant les Pluviaux Tensiftien (Pléistocène moyen) et Soltanien (Pléistocène supérieur, correspondant au Würm alpin), plusieurs combes du versant nord du Waougoulzat aient été le siège de petits glaciers de cirque. Ces périodes plus humides et froides ont sans doute influencé les dynamiques d'érosion et les apports sédimentaires ayant conduit à la formation du paysage actuel.

---

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : glissement rocheux et remplissage sédimentaire à l'amont

Visibilité : 4/5. Bonne visibilité des dépôts du glissement (en partie recouverts de végétation) et du plan de glissement. Les conséquences du glissement (barrage de la vallée, remplissage sédimentaire à l'amont) sont bien visibles dans le paysage.

Complexité : 3/5. Plusieurs formes et processus relativement simples, mais imbriqués et assez anciens.

---

## Conditions de visite

Accessibilité	Le lac d'Izourar est facilement accessible à pied depuis Zawyat Oulmzi. Plusieurs sentiers remontent puis traversent les dépôts du glissement jusqu'au plateau au milieu duquel le lac prend place.
Temps de marche	Selon l'itinéraire choisi, 1h30 à 2h30 de marche pour rejoindre le lac d'Izourar depuis Zawyat Oulmzi (400 m de dénivelé positif).
Difficulté de marche	Chemins de montagne faciles (T2), mais non balisés.
Environnement du site	Très calme, site utilisé uniquement pas les bergers et leurs troupeaux.
Infrastructures touristiques	Gites à Zawyat Oulmzi.
Supports de médiations existants	Mention dans <i>La Route des Dinosaurés</i> (Monbaron M. & J., 2015) et dans <i>Le Haut Atlas central, guide alpin</i> (Fougerolles, 1981).



## Références bibliographiques

- Azatour, M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et Évaluation (Haut Atlas central, Maroc)* [Thèse de doctorat]. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane de Beni Mellal, Maroc.
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* [Thèse de doctorat]. Université de Strasbourg, France.
- Fougerolles, A. (1981). *Le Haut Atlas central. Guide alpin*. Casablanca : Club alpin français, section de Casablanca.
- Hughes, P.D., Gibbard, P.L., Woodward, J.C. (2004). Quaternary glaciation in the Atlas Mountains of North Africa. In Ehlers, J., Gibbard P.L. (Éds), *Developments in Quaternary Sciences* (Vol. 2, pp. 255-260). Amsterdam : Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1571-0866\(04\)80131-3](https://doi.org/10.1016/S1571-0866(04)80131-3)
- Jossen, J.-A. (1990). *Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000*.
- Monbaron, M., & Monbaron, J. (2015). *La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc*. Genève : Editions d'autre part.

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1 à 6)

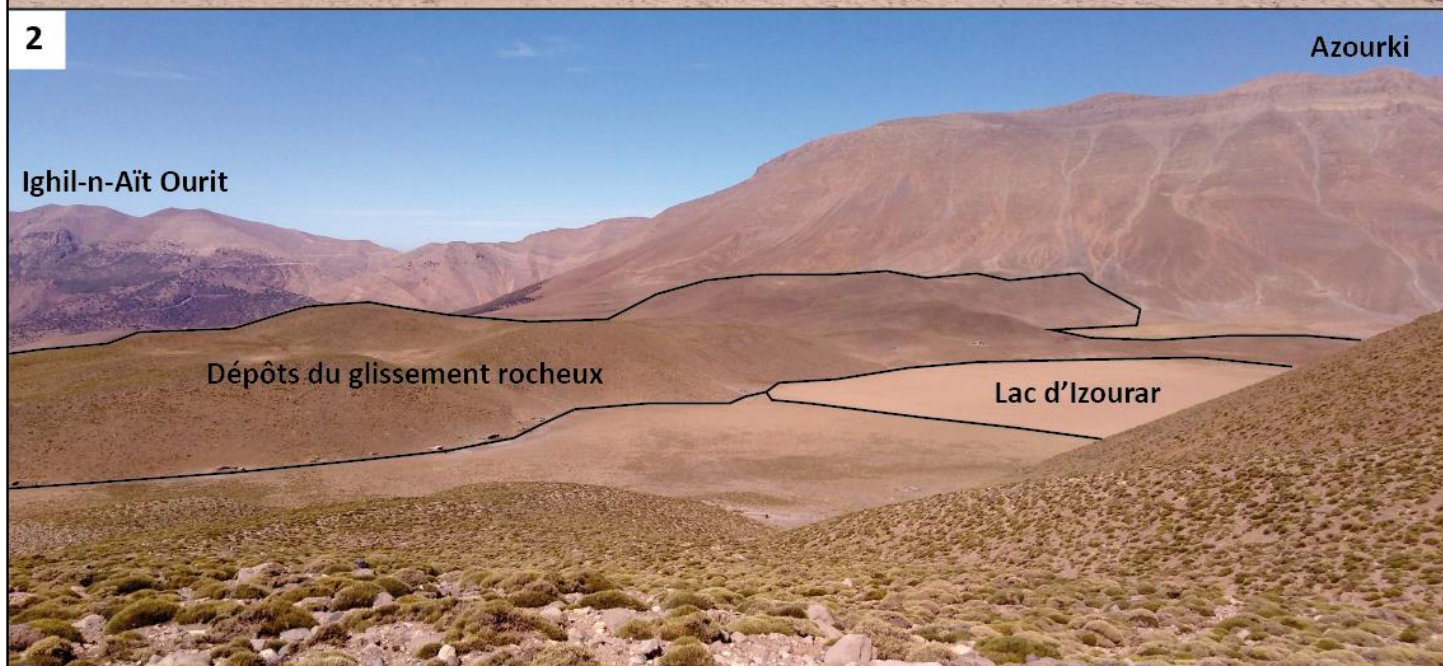


1



Lac (asséché) d'Izourar

2



Azourki

Ighil-n-Aït Ourit

Dépôts du glissement rocheux

Lac d'Izourar

3



Azourki

Photo 1 : le fond du lac d'Izourar asséché. Photo 2 : les dépôts du glissement forment les collines qui barrent la vallée entre les pentes du versant nord de la chaîne du Waougoulzat (d'où la photo est prise) et le versant sud de l'Azourki (à droite sur la photo). Photo 3 : les dépôts hétérométriques du glissement sont en partie recouverts de végétation. Au fond, le Jbel Azourki.  
Photos : J. Bussard, 2021



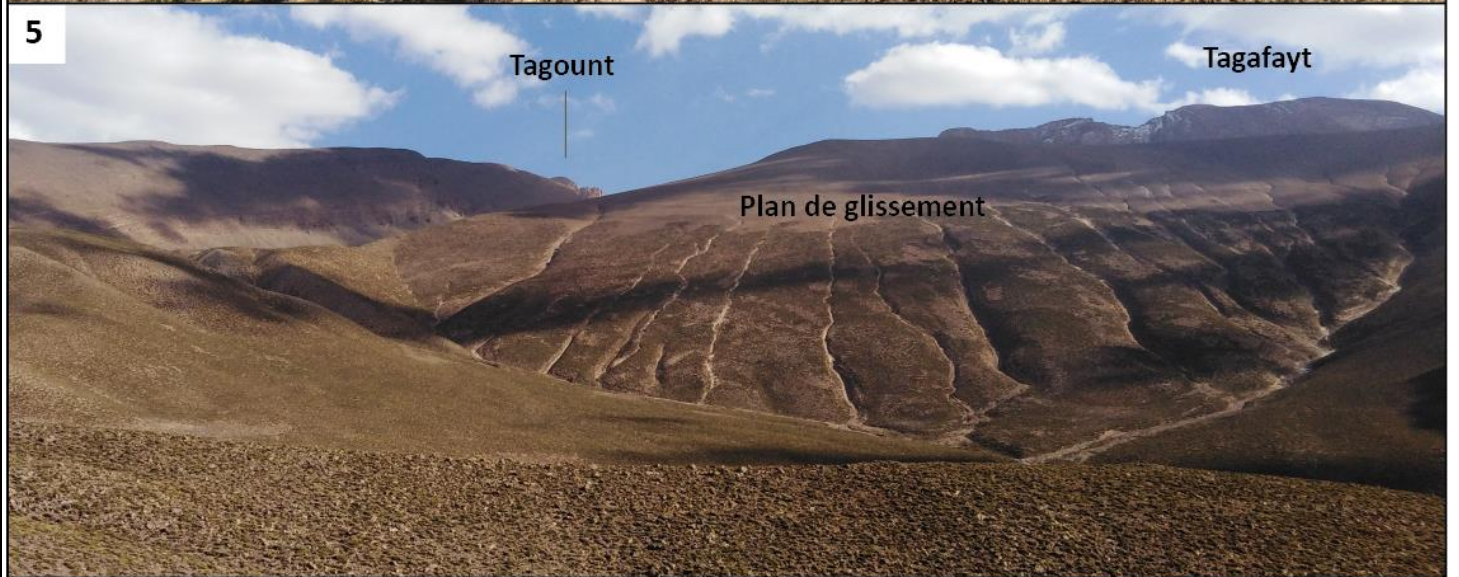
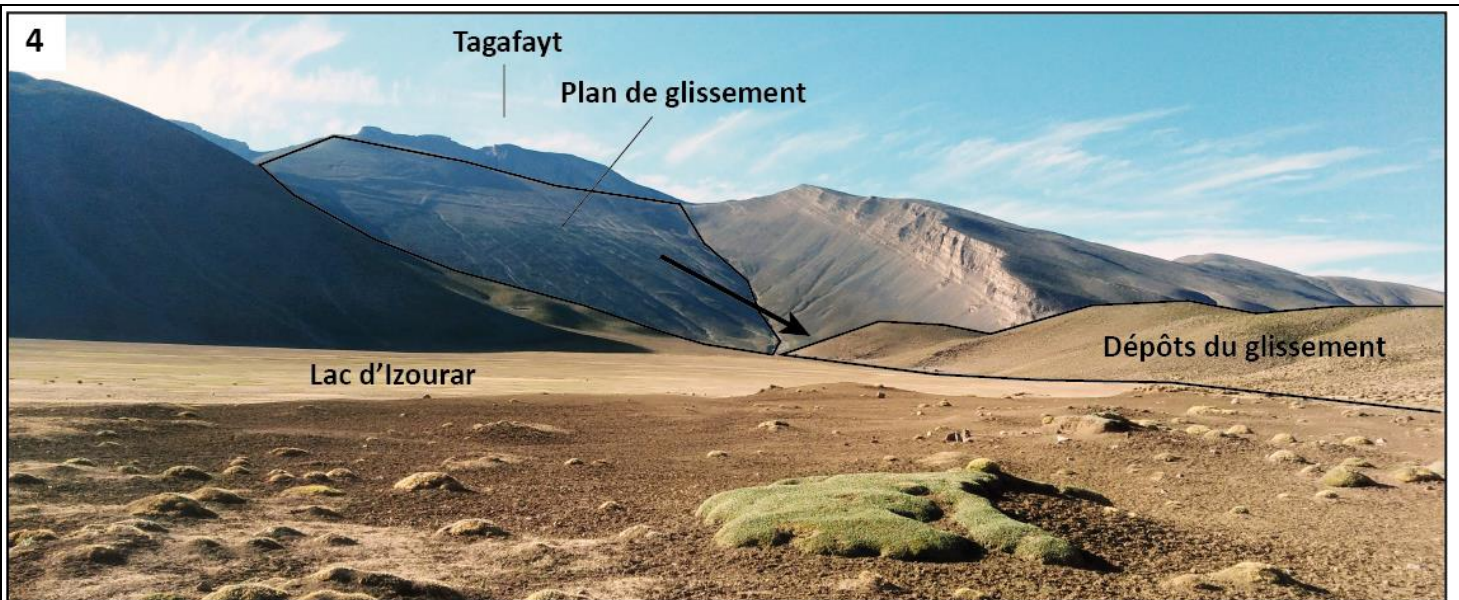


Photo 4 : les dépôts fins et clairs du fond du lac d'Izourar, avec sur la droite les collines allongées formées par les dépôts du glissement et, au fond, le plan de glissement, lisse et orienté vers les nord-nord-ouest. Photo 5 : le plan de glissement. Photo 6 : le remplissage alluvial à l'amont du lac d'Izourar, délimité de part et d'autre par des cônes de déjection et des tabliers de versant. Photos : J. Bussard, 2022



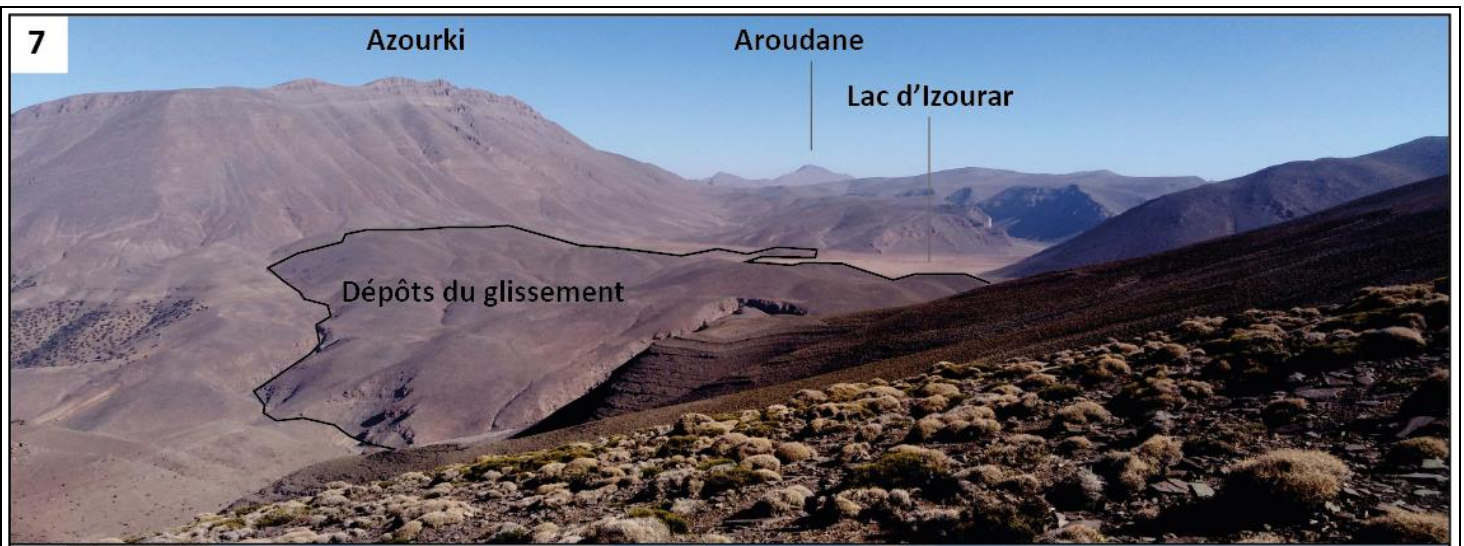


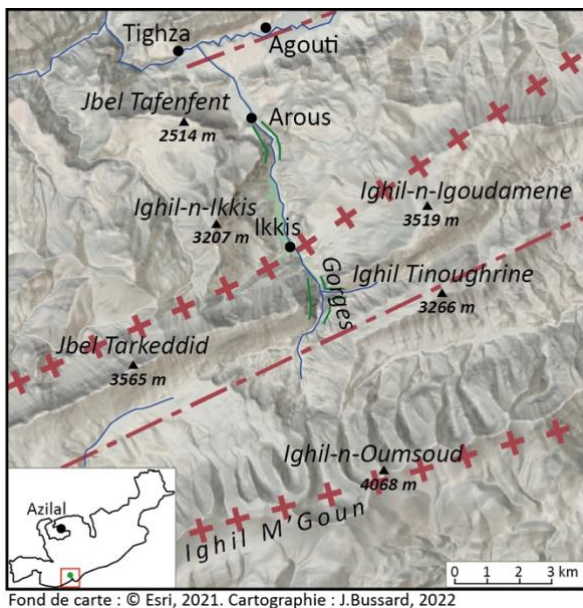
Photo 7 : vue d'ensemble des dépôts du glissement, à l'arrière desquels on devine le lac (asséché). Photo 5 : vallée en auge situés à l'est du plan de glissement. Au fond, la crête située entre de Tagount et le Tagafayt. Photo 6 : dépôts vraisemblablement d'origine glaciaire situés à une altitude d'environ 2900 m. Photos : J. Bussard, 2022



## Gorges d'Ikkis

Arous (commune de Tabant)

**Brève description :** les gorges d'Ikkis, étroites et profondes de près de 400 m, sont taillées dans les calcaires massifs du flanc sud de l'anticlinal Waougoulzat — Igoudamene — Takeddid. L'Assif-n-Arous, cours d'eau responsable du creusement des gorges, est inadapté à la structure géologique et traverse l'anticlinal dans une cluse asymétrique. En rive gauche, la cluse prend la forme d'une combe anticlinale et la crête du Jbel Takeddid forme un crêt imposant.



Coordonnées (WGS 84) : 31°34'29N 6°28'35W

Altitude : 1950 m à 3565 m

## Description

Le Haut Atlas central est constitué d'une série de plis dont les axes suivent globalement une direction ouest-sud-ouest/est-nord-est, ce qui correspond à peu près à la direction de la chaîne elle-même. Depuis l'Ighil M'Goun en allant vers le nord, trois axes anticlinaux et deux axes synclinaux parallèles et bien marqués se succèdent (fig. 1).

**1. Anticlinal du M'Goun.** Le sommet du M'Goun (Ighil-n-Oumsoud, 4068 m) est le point culminant du premier axe anticlinal, formant une imposante crête dépassant les 3500 m sur 25 km de long. La chaîne du M'Goun est un pli très coffré formé de calcaires de la formation des Aït Bou Oulli (Hettangien et Sinémurien, soit le début du Jurassique inférieur ou Lias).

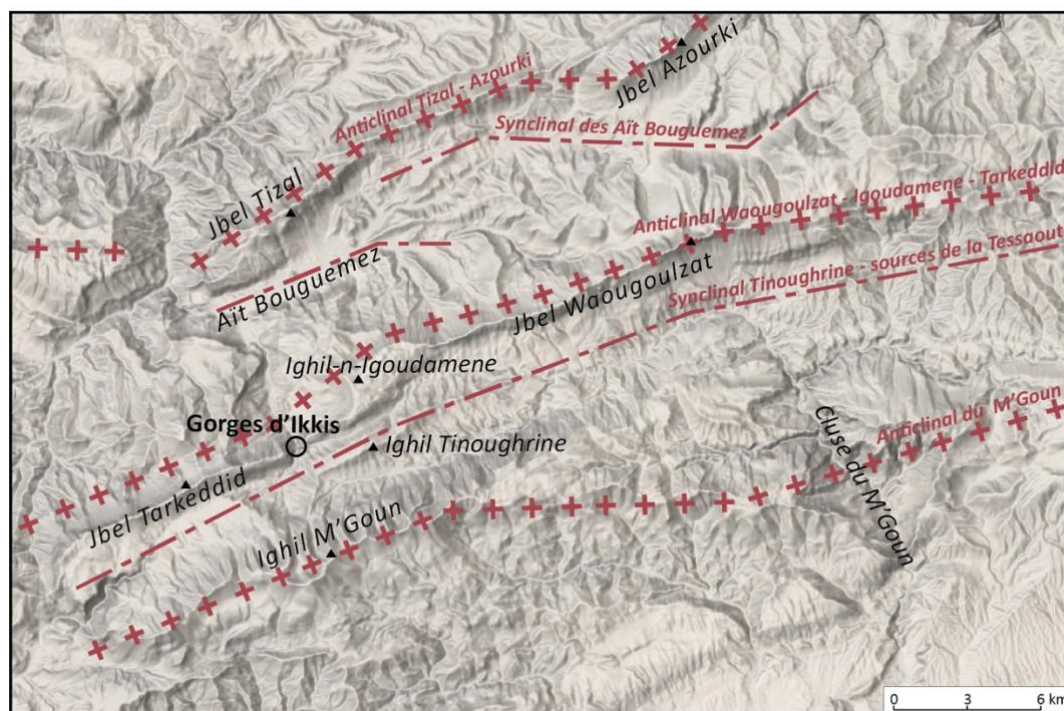
**2. Synclinal Tinougrine – sources de la Tessaout.** Au pied du versant nord de la chaîne du M'Goun, le synclinal Tinougrine – sources de la Tessaout est remarquable par son altitude élevée : 2900 m à l'ouest, vers les sources de la Tessaout, et jusqu'à 3266 m dans le massif de l'Ighil Tinougrine. Le long de l'axe synclinal, la crête de l'Ighil Tinougrine est séparée de la cuvette à fond plat des sources de la Tessaout par un secteur très raviné par l'Assif-n-Arous, qui coupe le pli perpendiculairement. L'érosion est facilitée « *par l'abondance des eaux piégées dans le fond du synclinal et qui jaillissent de partout* » (Couvreur, 1981 : 127). L'Ighil Tinougrine, situé au cœur du synclinal, est constitué de marnes rouges de la formation de Wazzant (Taorcien, soit tout à la fin du Lias ; bien visibles à gauche sur la photo 3). Le centre du pli prend la forme d'un synclinal perché, très incisé de part et d'autre, au contact avec les calcaires et dolomies en bancs massifs de la formation du Jbel Rat, beaucoup plus résistants. Sur le versant nord de la chaîne du M'Goun, ces calcaires massifs très redressés prennent la forme de chevrons constituant une armure subverticale.



**3. Anticlinal Waougoulzat — Igoudamene — Takeddid.** Du côté nord du synclinal Tinoughrine – sources de la Tessaout, la formation du Jbel Rat se retrouve, également de manière très redressée (pendage vers le SSE), sur tout le versant sud de la chaîne du Jbel Takeddid (photo 3, au centre de l'image), qui culmine à 3565 m et qui se prolonge, à l'est de l'Assif-n-Arous, sur le versant sud de l'Ighil-n-Igoudamene (3519 m) et même au-delà, le long de la chaîne du Waougoulzat. L'altitude de cette très longue chaîne dépasse les 3000 m sur une longueur de près de 65 km, à l'exception du Tizi-n-Aït Imi (2905 m), entre l'Ighil Igoudamene et le Jbel Waougoulzat, et de celle, bien plus notable, des **gorges d'Ikkis** (environ 2350 m), une demi-cluse creusée par l'Assif-n-Arous entre l'Ighil Igoudamene et le Jbel Takeddid (pour désigner les gorges d'Ikkis, Fougerolles (1981) parle de la « cluse d'Ifoulou »). L'axe du pli anticlinal qui structure ce relief passe à proximité des sommets du Jbel Waougoulzat et de l'Ighil Igoudamene. Par contre, à l'ouest de l'Assif-n-Arous, le pli est complètement défoncé. La chaîne du Jbel Takeddid constitue un crêt où les calcaires et dolomies du Lias forment un escarpement rocheux dominant de raides tabliers de versant. Le flanc nord de l'anticlinal est réduit aux deux pyramides du Jbel Tifdaniwine et de l'Ighil-n-Ikkis. Au cœur de l'anticlinal, des roches plus anciennes (Trias) affleurent.

**4. Le synclinal des Aït Bouguemez.** Au nord de l'anticlinal Waougoulzat — Igoudamene — Takeddid, la vallée des Aït Bouguemez (1760 m d'altitude à Agouti, dans la partie aval de la vallée) repose au cœur d'un large synclinal, dont la structure est complexifiée par une série de plis secondaires.

**5. Anticlinal Tizal – Azourki.** Le synclinal des Aït Bouguemez est très nettement barré au nord par la chaîne du Jbel Tizal (3041 m), prolongée vers l'est par celle de l'Ighil-n-Aït Ourit (2920 m), puis par celle de l'imposant Jbel Azourki (3677 m). Cette crête dépasse les 2500 m d'altitude sur une longueur de 43 km, coupée à l'est du Jbel Aroudane (3359 m) par un décrochement.



Fond de carte : © Esri, 2021. Cartographie : J.Bussard, 2022, d'après Couvreur (1981) et Jossen (1990)

Figure 1 : esquisse tectonique montrant la localisation des principaux axes synclinaux et anticlinaux entre l'Ighil M'Goun et le Jbel Tizal.

L'Assif-n-Arous, un cours d'eau pérenne qui prend sa source sur le versant nord du M'Goun, tranche transversalement le synclinal Tinoughrine – sources de la Tessaout et l'anticlinal Waougoulzat – Igoudamene – Takeddid (fig. 2). Il rejoint l'Assif-n-Aït Bouguemez après 14 km. Sa direction, quasiment sud-nord, est totalement **inadaptée à la structure géologique**, dont les plis sont orientés ouest-sud-ouest/est-nord-est. Il en résulte, le long de son cours, une suite de resserrements et d'élargissements en fonction de la lithologie et des structures qu'il traverse. L'étranglement le plus spectaculaire se situe à l'endroit où le cours d'eau traverse dans une demi-cluse le flanc sud de l'anticlinal Waougoulzat – Igoudamene – Takeddid, constitué, comme nous l'avons mentionné, de calcaires massifs de la formation du Jbel Rat. Des gorges étroites et profondes de 400 m sont taillées dans des bancs de calcaires redressés (photo 5). **Les gorges d'Ikkis** sont infranchissables sans matériel d'escalade ou de canyoning ; le sentier qui permet de les franchir s'élève à 2850 m d'altitude et surplombe les gorges (photo 6).



À l'aval des gorges, la vallée s'élargit peu à peu. L'Assif-n-Arous a d'abord une morphologie en tresses au sein d'une plaine alluviale caillouteuse de 60-80 m de large (photo 4). Les formations géologiques sont de plus en plus anciennes à mesure que le cours d'eau s'approche du cœur de l'anticlinal : argiles roses à paillettes de gypse du Trias supérieur et coulées de basalte sont visibles entre la sortie des gorges et les azibs d'Ikkis (photo 8) et, plus en aval, des argiles roses apparaissent de part et d'autre du cours d'eau. Puis, passé un verrou basaltique situé juste à l'amont d'Ikkis, la vallée s'ouvre encore et son fond est occupé par des cultures et pâturages en terrasses aménagées sur des dépôts fluviaux (photo 7). Cette partie relativement plane est bloquée à l'aval par les cônes de déjection très ravinés de deux systèmes torrentiels actifs qui charrient des sédiments arrachés aux parois rocheuses du versant est de l'Ighil-n-Ikkis. Une fois ces dépôts torrentiels franchis, l'Assif-n-Arous traverse un deuxième défilé dans des calcaires massifs, moins étroit que les gorges d'Ikkis, mais tout de même profond d'environ 300 m. Des bancs de conglomérats, dans lesquels des greniers et des abris sont creusés (photo 9), sont bien visibles à l'entrée du défilé. À partir du douar d'Arous, la topographie de la vallée est marquée par un nouvel élargissement (presque 1 km de large) au pied du Jbel Tafenfent, puis par un ultime resserrement avant que l'Assif-n-Arous ne génère un vaste cône de déjection dans la vallée des Aït Bouguemez.

Globalement, la morphologie de la vallée d'Arous entre les gorges d'Ikkis et le douar d'Arous est celle d'une cluse. Toutefois, les deux versants de cette cluse sont loin d'être symétriques. En rive droite, la crête de l'Ighil-n-Igoudamene a une forme d'arc de cercle (photo 1, au second plan) qui expose à la structure de l'anticlinal. En revanche, en rive gauche, l'anticlinal est défoncé et ce côté de la cluse est une combe anticlinale. Un petit vallon de 3 km de long (photo 2) suit la direction de l'axe du pli en longeant la coulée basaltique présente au cœur de l'anticlinal.

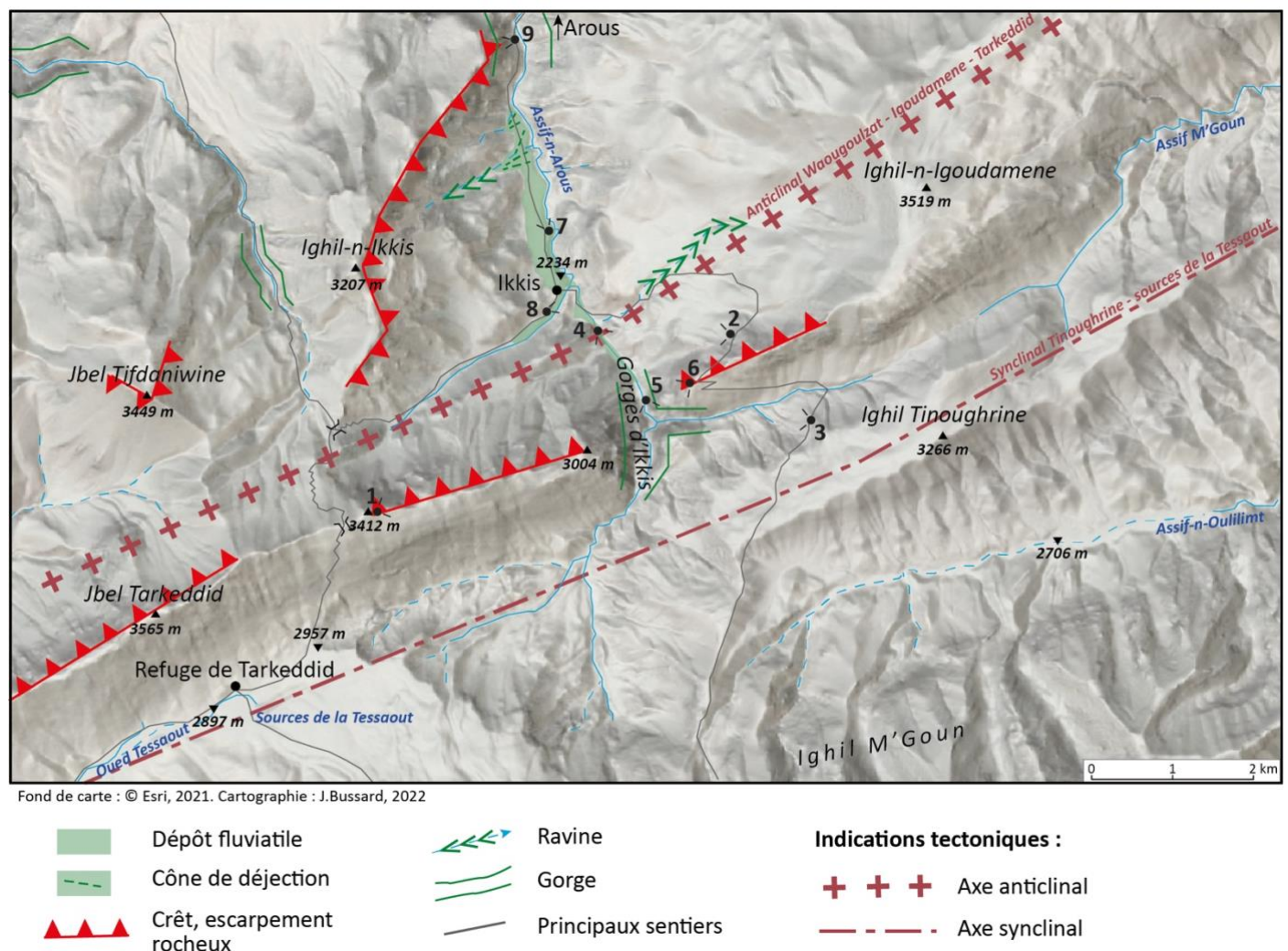


Figure 2 : carte géomorphologique simplifiée de la région des gorges d'Ikkis. Les numéros indiquent les prises de vue des photos annexées.



## Morphogenèse

Le cours de l'Assif-n-Arous, de direction sud-nord, est inadapté à la structure géologique, dont l'axe des plis a une direction générale ouest-sud-ouest/est-nord-est. L'hypothèse d'une antécédence pure — existence d'un sillon topographique ancien et enfoncement du cours d'eau lors de l'orogénèse atlasique — est peu probable. La cluse perpendiculaire à l'axe de l'anticlinal Waougoulzat — Igoudamene — Tarkeddid doit son existence à une combinaison de plusieurs facteurs. L'existence d'une « zone drainante transversale » (Monbaron, 1975), favorisée par des facteurs tectoniques (fracturation) et structuraux (ensellement axial), est assez vraisemblable. Selon cette hypothèse, l'érosion karstique, qui aurait miné le sous-sol le long des zones de faiblesses, combinée à l'érosion fluviale, dirigée vers les zones topographiquement les plus basses, aurait permis le franchissement des flancs très compétents (calcaires massifs de la formation du Jbel Rat) et redressés de l'anticlinal. Au vu de la grande différence d'altitude entre le fond des deux synclinaux adjacents (le fond du synclinal Tinoughine – sources de la Tessaout situé à près de 3000 m d'altitude, celui des Aït Bouguemez à seulement 1750 m), la morphogenèse des gorges d'Ikkis, sur le flanc sud de l'anticlinal, a suivi un déroulement sans doute sensiblement différent de celui du défilé situé à l'amont du douar d'Arous, sur le flanc nord de l'anticlinal, bien qu'il soit difficile de formuler des hypothèses plus détaillées. Une fois le flanc nord de l'anticlinal entaillé et compte tenu du niveau de base hydrographique peu élevé dans le synclinal adjacent des Aït Bouguemez, le travail de l'érosion régressive a contribué au creusement et à l'élargissement de la cluse.

Notons que l'abondance d'eau, la disposition topographique (fortes pentes, altitudes élevées, parois rocheuses soumises à la gélifraction) et la structure géologique (zone très tectonisée, fort plissement) du bassin versant de l'Assif-n-Arous favorisent un important apport sédimentaire. Ce charriage, qui a probablement été nettement plus conséquent durant certaines phases du Quaternaire plus humides qu'aujourd'hui (le Salétien en particulier, période supposée de la formation du grand cône de déjection de l'Assif-n-Arous dans la vallée des Aït Bouguemez), explique la présence, à chaque fois que la pente du profil en long diminue, d'une plaine alluviale relativement plane et large en fond de vallée. Par ailleurs, la forte dynamique de ce cours d'eau tend à capter, par érosion régressive, les hauts bassins hydrographiques de la Tessaout et de l'Assif M'Goun, à l'amont des gorges (Fougerolles, 1981).

---

## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : inadaptation à la structure géologique, formation des cluses

Visibilité : 5/5. Les gorges sont spectaculaires, marquent fortement le paysage et exposent des coupes intéressantes à travers les structures géologiques.

Complexité : 4/5. La morphogenèse d'une demi-cluse telle que celle des gorges d'Ikkis résulte d'une combinaison relativement complexe de différentes conditions (facteurs tectoniques et structuraux ; érosion karstique et fluviale).

### Thème 2 : géomorphologie structurale

Visibilité : 3/5. Il est difficile d'avoir une vue d'ensemble et une compréhension de la structure des plis en restant uniquement en fond de vallée. À ce titre, les sentiers menant vers les sources de la Tessaout (Tizi-n-Oumskiq, à l'ouest des gorges d'Ikkis) ou vers le sommet du M'Goun par le massif du Tinoughrine (Tizi-n-Asdremt, à l'est des gorges d'Ikkis) sont très utiles, car en s'élevant largement au-dessus du fond de vallée, ils offrent des points de vue sur l'ensemble du site et de ses caractéristiques structurales.

Complexité : 4/5. Ce site est relativement complexe du fait de l'asymétrie des deux rives de l'Assif-n-Arous : à l'est le relief est conforme, tandis qu'à l'ouest le relief est inversé (combe anticlinale). La combinaison des facteurs tectoniques, structuraux et géomorphologiques qui ont mené à cette disposition particulière n'est pas simple.

### Thème 3 : dynamique torrentielle

Visibilité : 5/5. Les processus fluviaux sont très dynamiques dans cette vallée et sont bien visibles (ravines, cônes de déjection, morphologie en tresses du cours d'eau).

Complexité : 3/5. Les formes liées à la dynamique torrentielle sont relativement simples.



## Conditions de visite

Accessibilité	Les gorges d'Ikkis ne sont accessibles qu'à pied, à partir du douar d'Arous. Une piste conduit jusqu'à l'alpage d'Ikkis (4.6 km), un ensemble d'azibs entouré de cultures et de pâturages en terrasses, puis il faut suivre le cours d'eau dans une large plaine alluviale de galets jusqu'à l'entrée des gorges (2 km de plus). Le retour s'effectue par le même chemin.
Temps de marche	2h de marche d'Arous à Ikiss (à l'endroit où se situe le gîte d'étape « La Tulipe »), puis 45 min à 1h jusqu'à l'entrée des gorges. Compter le même temps pour le retour.
Difficulté de marche	Facile (T2), quelques traversées de rivière sans difficulté. La piste n'est pas balisée, mais est très facile à trouver.
Environnement du site	Site très tranquille, utilisé uniquement par les bergers et leurs troupeaux. Les impacts humains se limitent à quelques azibs dispersés, construits avec des matériaux locaux et selon une architecture traditionnelle, et aux cultures en terrasses du fond de la vallée.
Infrastructures touristiques	Un gîte d'étape rudimentaire (« La Tulipe ») est situé à Ikiss et il est possible de camper à proximité du gîte. D'autres hébergements sont disponibles dans la vallée des Aït Bouguemez.
Supports de médiations existants	Aucun.



## Références bibliographiques

- Azatour, M. (2021). *Les géomorphosites du géoparc UNESCO du M'Goun. Inventaire et Evaluation (Haut Atlas central, Maroc)* (Thèse de doctorat). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane de Beni Mellal.
- Bouzekraoui, H., Barakat, A., Mouaddine, A., El Youssi, M., Touhami, F., & Hafid, A. (2018). Mapping geoheritage for geotourism management, a case study of Aït Bou Oulli Valley in Central High-Atlas (Morocco). *Environmental Earth Sciences*, 77(11), 413. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7589-x>
- Couvreur, G. (1981). *Essai sur l'évolution morphologique du haut Atlas central calcaire (Maroc)* [Thèse de doctorat]. Université de Strasbourg, France.
- Fougerolles, A. (1981). *Le Haut Atlas central. Guide alpin*. Casablanca: Club alpin français, section de Casablanca.
- Jossen, J.-A. (1990). *Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000*.
- Monbaron, M. (1975). *Contribution à l'étude des cluses du Jura septentrional* (Thèse de doctorat). Faculté des sciences, Université de Neuchâtel.

## Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

## Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1-9)



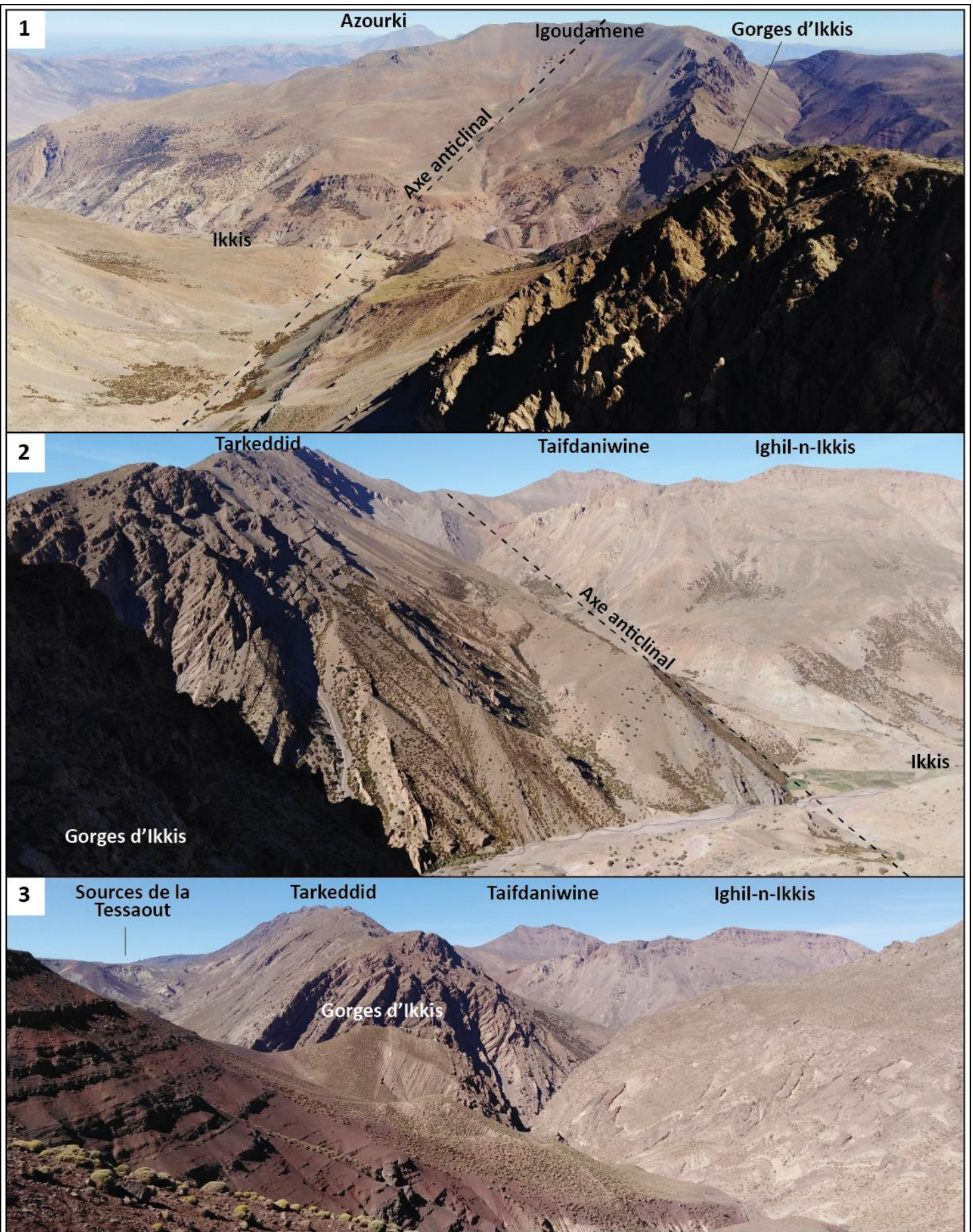


Photo 1 : l'Ighil-n-Igoudamene et sa crête en forme d'arc de cercle (cluse), vus depuis la crête du Tarkeddid. Photo 2 : à gauche, la crête du Tarkeddid. À droite, l'Ighil-n-Ikkis. Entre deux, des coulées basaltiques forment une crête au centre de la combe anticlinale. En bas, la zone alluviale de l'Assif-n-Arous. Photo 3 : au premier plan, les flancs du Tinoughrine (marnes rouges, à gauche) et de l'Igoudamene (calcaires massifs, à droite). Photos : J. Bussard, 2021.



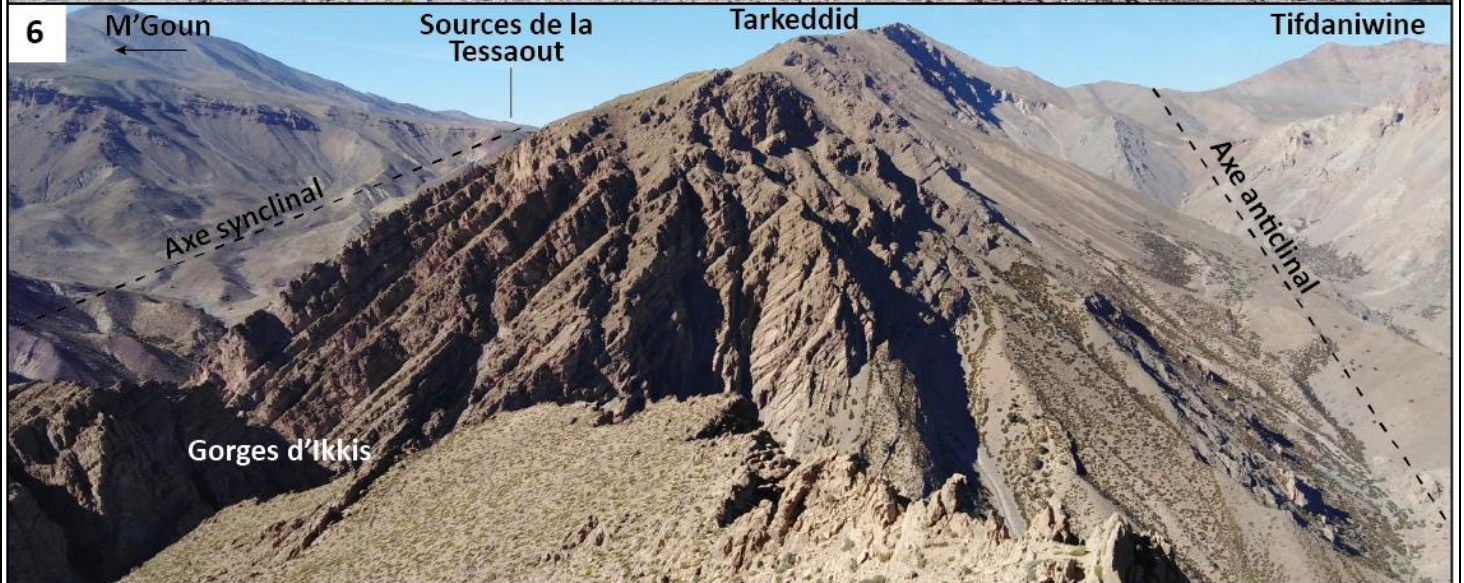


Photo 4 : la zone alluviale de l'Assif-n-Arous, à l'entrée des gorges d'Ikkis. Photo 5 : entrée des étroites gorges d'Ikkis, avec des couches de calcaires massifs empilées sur une hauteur considérable. Photo 6 : les gorges d'Ikkis (entre le premier et le deuxième plan) sont une incision nette (demi-cluse) dans la crête du Tarkeddid (au centre de l'image). À gauche, le synclinal des sources de la Tessaout est fortement raviné. Photos : J. Bussard, 2021.



7



8



9



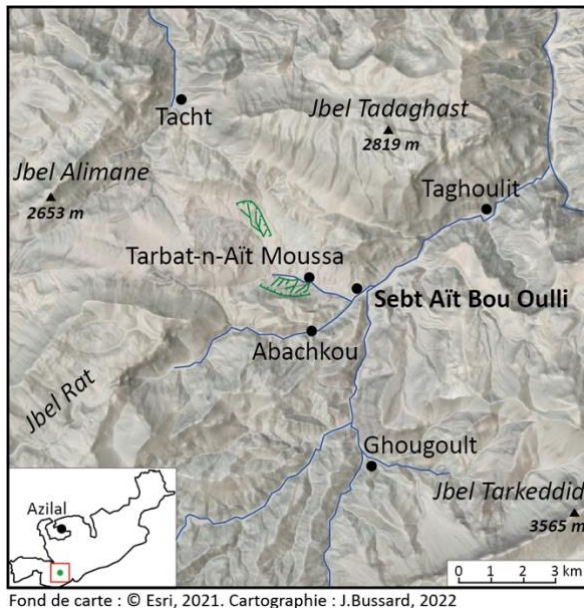
*Photo 7 : terrasses cultivées et pâturées proches des azibs d'Ikkis, barrées à l'aval par un cône de déjection torrentiel. Les parois rocheuses plongent dans le défilé du flanc nord de l'anticlinal Waougoulzat — Igoudamene — Takeddid. Le Jbel Tizal en arrière-plan. Photo 8 : au cœur de l'anticlinal, proche des azibs d'Ikkis, affleurement d'argiles roses à paillettes de gypse. Photo 9 : greniers et abris creusés dans des conglomérats, non loin du douar d'Arous. Photos : J. Bussard, 2021.*



## Badlands de la vallée Aït Bou Oulli

Tarbat-n-Aït Moussa (commune d'Aït Bou Oulli)

**Brève description :** à proximité des douars de la vallée des Aït Bou Oulli, des badlands spectaculaires sont creusées dans des siltites et pélites rouges de la formation de Tafilalt. Ces roches tendres sont profondément incisées lors des intempéries. Il en résulte un relief spectaculaire de ravines, de crêtes et de versants raides et instables impropres aux cultures en terrasses.



Coordonnées (WGS 84) : 31°36'22N 6°37'34W

Altitude : 1690 m à 1900 m

### Description

Le paysage de la vallée des Aït Bou Oulli est marqué par des affleurements de roches aux couleurs vives, à peine recouverts à certains endroits par quelques arbustes épars et par des cultures en terrasses irriguées (photo 1). Les roches rouges à granulométrie très fine que l'on trouve en fond de vallée, en particulier entre les douars de Tifni et de Sebt Aït Bou Oulli (fig. 1), sont des siltites (ou siltstones) et des pélites de la formation de Tafilalt, formées au Trias supérieur. Des grès rouges de la formation de l'Oukaïmeden, aussi du Trias supérieur, se trouvent plus en amont vers l'ouest, en particulier au Tizi-n-Tighist où des dalles de grès rouge sont le support de magnifiques gravures rupestres. Le contraste est net entre ces roches sédimentaires rougeâtres du Trias et les coulées de basalte, aux couleurs plus sombres et verdâtres, très présentes en fond de vallée, et avec les calcaires de la formation des Aït Bou Oulli (Lias inférieur), clairs mais moins colorés, qui les surmontent stratigraphiquement. Des affleurements de sel sont visibles à proximité du lieu-dit Tissent, qui signifie « sel » en langue amazighe.

Les siltites rouges sont très tendres et facilement ravinées lors des intempéries. Au sud du douar de Tarbat-n-Aït Moussa (photos 2 et 3) ainsi que sous la route principale à l'amont d'Ighir-n-Tissent (photo 4), des siltites très fortement incisées prennent la forme de badlands spectaculaires, dont l'instabilité les rend impropres aux cultures et à la croissance de la végétation. Le versant situé en face du douar de Tarbat-n-Aït Moussa (fig. 1), au sud de l'oued, est particulièrement représentatif de la morphologie des badlands, avec un réseau de ravines très incisées. Au-dessus des siltites découpées en une multitude de ravines, de crêtes et de versants raides et instables, quelques terrasses quaternaires presque planes et en partie cultivées sont peu à peu rongées par l'érosion régressive. Les badlands sont limitées à l'amont par un affleurement de basalte qui marque une rupture nette en



termes de couleur et d'aspect du relief. Une fine bande de siltites blanches décolorées est présente à la limite entre ces deux formations. Cette décoloration résulte de la chaleur dégagée par la coulée de basalte (métamorphisme de contact).

Deux oueds principaux drainent les badlands et donnent naissance à l'Assif-n-Aït Bou Oulli. Le lit de l'oued qui passe le plus au sud-est marqué par la présence de nombreux galets de basaltes transportés depuis l'amont à travers la zone des badlands. Des cultures en terrasses irriguées par un réseau de seghia (des canaux d'irrigation gérés de manière communautaire) prennent place aux abords du cours d'eau, sur des terrasses fluviales récentes (photos 5 et 6).

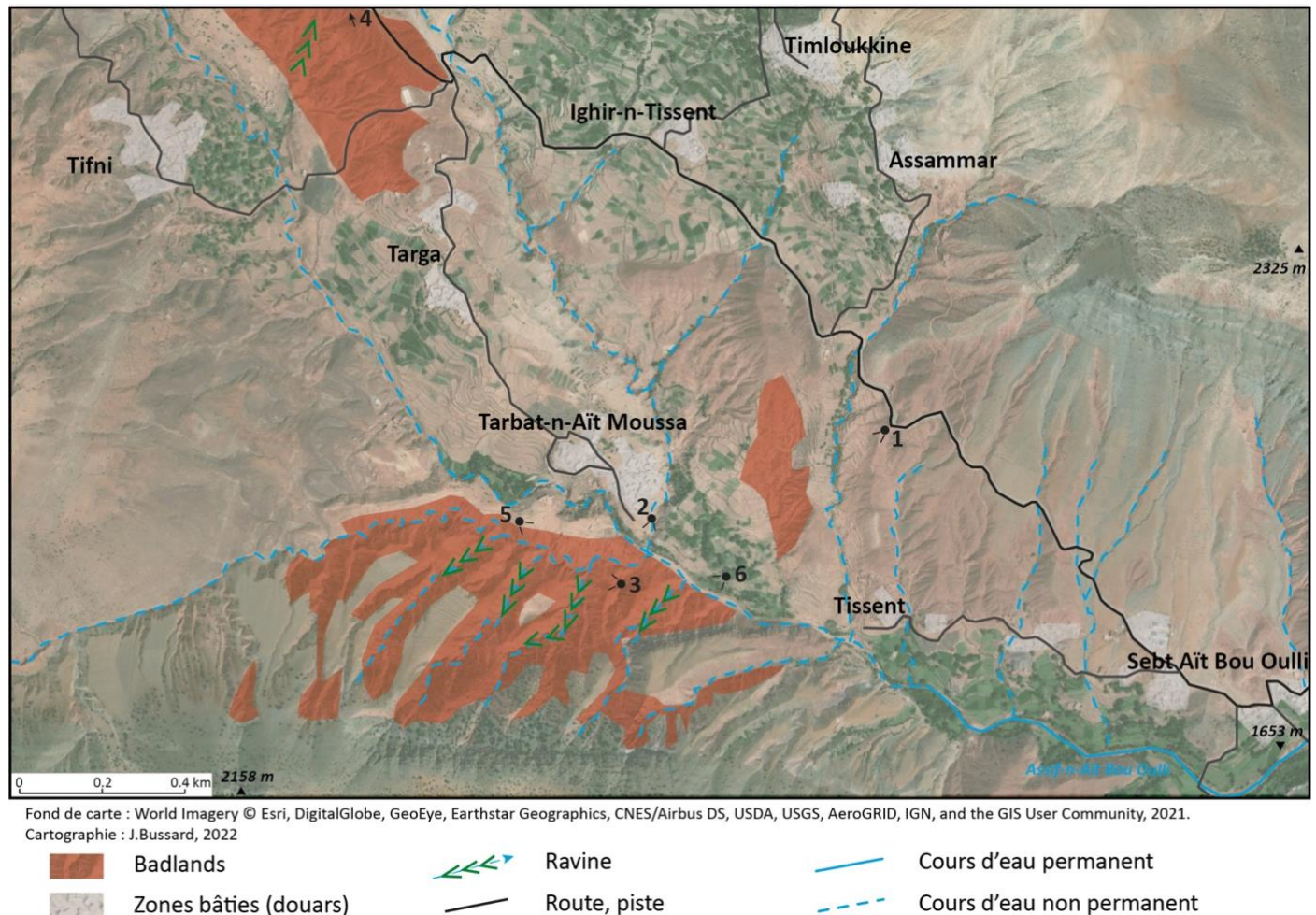


Figure 1 : carte géomorphologique simplifiée des badlands de la vallée des Aït Bou Oulli. Les numéros indiquent les prises de vue des photos annexées.

## Morphogenèse

Les badlands n'existent que si la lithologie y est favorable, c'est-à-dire si les roches sont suffisamment tendres pour être intensivement ravinées. La météorisation et l'érosion régressive sont les processus responsables de leur formation. Le climat sec, mais marqué par des orages relativement fréquents est très favorable à la formation des badlands : la sécheresse empêche la croissance d'une végétation qui stabiliserait le terrain, tandis que les précipitations intenses qui surviennent lors des orages jouent un rôle majeur dans l'érosion des versants.



## Potentiel éducatif / potentiel pour la médiation

### Thème 1 : érosion régressive

Visibilité : 5/5. Formes spectaculaires, contrastées, colorées et sculptées par des processus actifs.

Complexité : 2/5. La morphogenèse est assez simple, car dépendante d'un seul processus (érosion régressive).

### Conditions de visite

Accessibilité	Il est facile d'accéder aux badlands de la vallée des Aït Bou Oulli, qui sont situés directement à proximité des routes et des douars. Une jolie promenade est possible depuis Sebt Aït Bou Oulli (le douar où a lieu le souk hebdomadaire) jusqu'aux formations situées au sud du douar de Tarbat-n-Aït Moussa. Prendre la piste en direction d'Abachkou jusqu'à la rivière, et suivre le lit du cours d'eau ou les reb jusqu'aux badlands. Pour le retour, des sentiers longeant les terrasses cultivées en rive gauche du cours d'eau constituent une alternative agréable.
Temps de marche	Depuis Sebt Aït Bou Oulli, environ 45 min (2.5 km). Idem pour le retour.
Difficulté de marche	Chemins faciles, empruntés par les villageois, mais pas de balisage.
Environnement du site	Les badlands se situent directement à proximité des hameaux. La route goudronnée est peu fréquentée et les pistes le sont encore moins.
Infrastructures touristiques	Un gîte à Tissent, à 1 km au sud de Sebt Aït Bou Oulli.
Supports de médiations existants	Aucun.

### Références bibliographiques

Jenny, J. (1985). *Carte géologique du Maroc, feuille Azilal au 1:100'000*.

Monbaron, M., & Monbaron, J. (2015). *La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc*. Genève : Editions d'autre part.

### Auteur

Jonathan Bussard (2022). L'auteur remercie Michel Monbaron pour sa relecture et ses commentaires ainsi que la Fondation Swisscontact au Maroc pour le financement de la mission de terrain.

### Figure(s) et annexe(s)

- Planches photographiques (photos 1-6)
- Blocs-diagrammes illustrant la formation des badlands par érosion régressive (annexe 1)



1



2



3



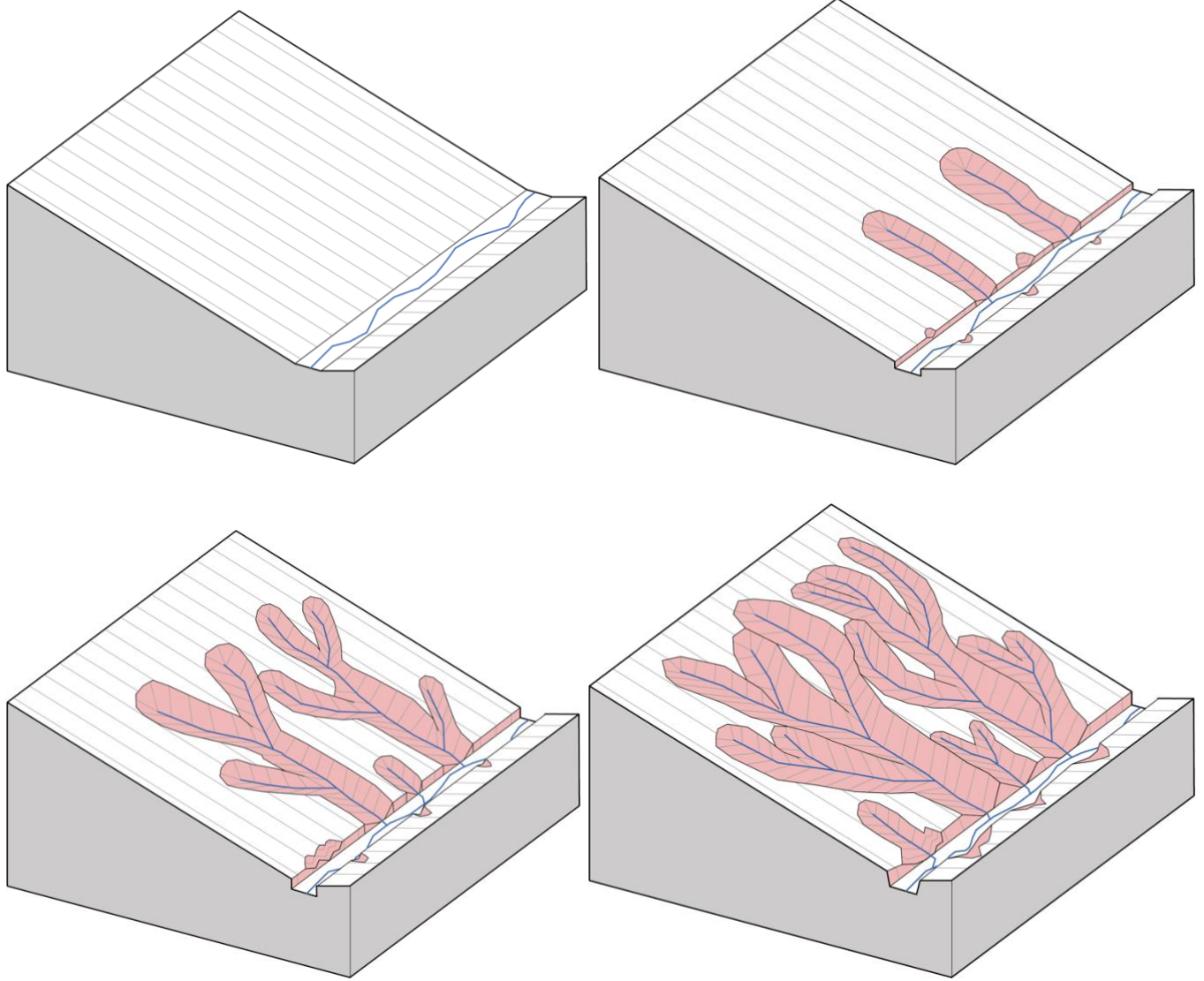
*Photo 1 : au premier plan, cultures en terrasses sur des dépôts du Quaternaire ancien. Au second plan, versant de siltites érodé, surmonté par un affleurement de basaltes. Au fond, le massif calcaire du Jbel Rat. Photo 2 : coupe dans les dépôts d'une terrasse alluviale (galets émoussés bien visibles de chaque côté du chenal d'un oued). Photo 3 : badlands incisées dans des siltites et pélites rouges. À droite, quelques maisons du douar de Tarbat-n-Aït Moussa. Photos : J. Bussard, 2021.*





*Photo 4 : badlands incisées par érosion régressive lors des intempéries, en contrebas de la route principale Demnat – Aït Bou Oulli. Photo 5 : badlands vues depuis le douar de Tarbat-n-Aït Moussa. À gauche, des zones cultivées sur d'anciennes terrasses alluviales. En arrière-plan, le Jbel Tifdaniwine. Photo 6 : une autre vue sur les badlands, avec des cultures en terrasses au premier plan, dominant le lit de l'oued aux écoulements non permanents. Photos : J. Bussard, 2021.*





*Annexe 1 : blocs-diagrammes illustrant la formation des badlands par érosion régressive (J. Bussard, 2022)*