

Les paysages géomorphologiques du Haut Atlas central (Maroc) : potentiel éducatif et éléments pour la médiation scientifique

Geomorphological landscapes of the Central High Atlas (Morocco): educative potential and resources for interpretation

Jonathan Bussard¹, Simon Martin², Michel Monbaron³, Emmanuel Reynard¹ et Yahia El Khalki⁴

¹Institut de géographie et durabilité et Centre interdisciplinaire de recherche sur la montagne, Université de Lausanne, Sion, Suisse

²Bureau d'étude Relief, Aigle, Suisse

³Département des géosciences, Université de Fribourg, Fribourg, Suisse

⁴Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni-Mellal, Maroc

Auteur correspondant : Jonathan Bussard (jonathan.bussard@unil.ch)

2022, *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement* 28(3), pp. 173-185.

DOI : [10.4000/geomorphologie.17103](https://doi.org/10.4000/geomorphologie.17103)

URL : <https://journals.openedition.org/geomorphologie/17103>

Licence: Freemium (les textes sont accessibles en libre accès au format HTML pour tout internaute, et ils sont téléchargeables aux formats PDF et ePub uniquement pour les utilisateurs des institutions partenaires) © 2022 GFG Editions - Tous droits réservés.

Texte publié

Résumé

Le potentiel éducatif des géomorphosites permet d'identifier des sites et des thématiques qui pourraient être intégrés dans une démarche de médiation scientifique. Cet article décrit le potentiel éducatif de huit paysages géomorphologiques situés dans le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun (Haut Atlas central, Maroc). Pour chaque site choisi, plusieurs thématiques sont identifiées et deux critères sont évalués : la visibilité et le niveau de complexité. La description de ces critères permet aux utilisateurs potentiels des sites de construire un plan de médiation scientifique basé sur une sélection de sites et de thématiques cohérente et adaptée au public visé. Deux thématiques principales, fortement liées au contexte géologique du Haut Atlas central, ont été identifiées : la géomorphologie structurale et le rôle de l'eau. Orienter la médiation scientifique autour de ces deux thématiques permettrait de mettre en lumière les principales caractéristiques spécifiques et distinctives de la géomorphologie régionale et de proposer des offres cohérentes si un plan de médiation est pensé à l'échelle du géoparc.

Mots-clés : géopatrimoine, médiation scientifique, potentiel éducatif, Haut Atlas central (Maroc), Géoparc mondial UNESCO du M'Goun

Abstract

The educative potential of geomorphosites allows the identification of sites and themes that could be integrated into interpretation (or *médiation scientifique*) plans. This article describes the educative potential of eight geomorphological landscapes located in the M'Goun UNESCO Global Geopark (Central High Atlas, Morocco). For each selected site, several themes are identified, and two criteria are evaluated: visibility and complexity. The description of these criteria allows potential users of the sites to build interpretation plans based on a coherent selection of sites and themes adapted to the target audience. Two main themes, strongly linked to the geological context of the Central High Atlas, have been identified: structural geomorphology and the role of water. Focusing interpretation on these two themes would highlight the main specific and distinctive characteristics of regional geomorphology and provide coherent offers if an interpretation plan is designed at the scale of the geopark.

Keywords: geoheritage, interpretation, educative potential, Central High Atlas (Morocco), M'Goun UNESCO Global Geopark

1. Introduction

Les paysages géomorphologiques sont des paysages dont la composante géomorphologique a un intérêt patrimonial (Reynard, 2005 ; Bussard et Reynard, 2022a), c'est-à-dire qui sont considérés par des acteurs de la société comme dignes d'être protégés et transmis aux générations futures (Di Méo, 2008). Comme d'autres catégories de sites géopatrimoniaux (Reynard et Brilha, 2018), les paysages géomorphologiques peuvent être mobilisés en tant que ressources territoriales et participer de manière significative aux stratégies de développement local (Hobléa et al., 2017), principalement dans les domaines de l'éducation environnementale (Reynard et Coratza, 2016) et du géotourisme, une forme spécifique de tourisme de nature axée sur la découverte de la géologie et de la géomorphologie (Hose, 1995, 2012 ; Newsome et Dowling, 2010, 2018). Les sites géopatrimoniaux, notamment les géomorphosites (Panizza, 2001 ; Reynard et Panizza, 2005), s'ils sont inventoriés et font l'objet de stratégies de gestion et de valorisation, peuvent être le support d'une labellisation territoriale distinctive, comme le label « géoparc mondial UNESCO » (<https://fr.unesco.org/geoparcs-mondiaux-unesco>) (Brilha, 2018). Toutefois, pour qu'un territoire devienne un géoterritoire, c'est-à-dire un « type de territoire, collectivité, espace protégé plus ou moins engagé dans la territorialisation de ses géopatrimoines » (Hobléa et al., 2021), l'intérêt patrimonial des paysages géomorphologiques ou d'autres sites géopatrimoniaux doit être reconnu par un certain nombre d'acteurs (Portal, 2010 ; Reynard et al., 2011 ; Martin, 2013), au-delà du cercle restreint des géoscientifiques. La médiation scientifique est à ce titre une étape importante du processus de patrimonialisation des objets géomorphologiques (Martin, 2013) et une condition indispensable à leur mise en tourisme (Duval et Gauchon, 2010 ; Migoñ, 2018). Certaines valeurs patrimoniales ne peuvent être comprises par un public de non-spécialistes sans médiation à l'interface entre un public et une connaissance scientifique (Viallette et al., 2021).

Les raisons de considérer que certaines formes du relief ont un intérêt patrimonial ont été abondamment discutées dans la littérature (Brilha, 2016 ; Mucivuna et al., 2019 ; Németh et al., 2021) et ont abouti à de nombreuses propositions méthodologiques visant à objectiver l'évaluation des valeurs patrimoniales (les plus souvent citées sont, dans l'ordre, celles de Reynard et al., 2007 ; Pralong, 2005 ; Coratza et Giusti, 2005 ; Pereira et al., 2007 ; Serrano et González-Trueba, 2005). De même, les enjeux de protection du patrimoine géomorphologique sont bien documentés et des recommandations en matière de géoconservation ont été publiées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature « UICN » (Crofts et al., 2020). La médiation des objets géomorphologiques a aussi fait l'objet d'un certain nombre de publications intégrées dans le champ des recherches sur le géotourisme (Martin et al., 2010 ; Ambert et Cayla, 2020 ; Bussard et Reynard, 2022b). Toutefois, la question de la médiation des objets géomorphologiques est peu étudiée dans les pays du sud de la Méditerranée, y compris le Maroc. Quelques travaux seulement traitent de cette question (Hili, 2020 ; Ait Omar, 2021). De plus, le choix, dans une démarche de médiation scientifique, des sites ayant un certain potentiel éducatif par rapport aux thématiques abordées repose rarement sur des critères objectifs et formalisés. Pourtant, un potentiel éducatif élevé facilite grandement l'élaboration d'un produit de médiation et donc la transmission du message que le médiateur tente de faire passer à son public.

Dans cet article, nous proposons de clarifier la définition du potentiel éducatif, ou potentiel pour la médiation, des géomorphosites d'un point de vue méthodologique et l'appliquons à huit paysages géomorphologiques situés dans le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun (Haut Atlas central, Maroc). L'objectif est d'identifier et de caractériser des paysages géomorphologiques ayant un fort potentiel d'utilisation dans une démarche de médiation scientifique et de dégager les thématiques pour lesquelles le potentiel éducatif des sites est élevé.

2. Potentiel éducatif des géomorphosites

La plupart des méthodes d'inventaire et d'évaluation des géomorphosites distinguent trois groupes de valeurs (Coratza et Hobléa, 2018) : la valeur scientifique, qui mesure la valeur d'un site du point de vue de l'intérêt pour la connaissance de l'histoire de la Terre et du climat (Grandgirard, 1997), les valeurs additionnelles (esthétique, écologique, culturelle, etc.), qui mettent en évidence la valeur des sites dans d'autres domaines que celui des géosciences (Reynard, 2005) et les valeurs d'usage (accessibilité, visibilité, valeur éducative, etc.) qui font référence à l'utilisation, actuelle et potentielle, des sites (Bruschi et Cendrero, 2005). La « valeur éducative », l'« intérêt éducatif » ou les « usages éducatifs » sont souvent mentionnés, mais les définitions de ces termes sont disparates et tous les auteurs ne s'accordent pas pour les classer comme « valeur d'usage ». Grandgirard (1997) et Pralong (2006) parlent d'exemplarité didactique pour désigner la représentativité et la lisibilité des formes et processus. Pour Coratza et Giusti (2005), la valeur éducative dépend de plusieurs critères : représentativité d'une forme ou d'un processus particulier, utilisation dans des manuels scolaires ou pédagogiques ou dans des brochures touristiques, connaissance en dehors du monde scientifique. L'existence d'une médiation sous la forme de panneaux, brochures, sites internet, tours guidés, etc. est un critère pour Reynard et al. (2016). Bollati et al. (2012) proposent un « indicateur éducatif » calculé par la moyenne de trois critères : l'exemplarité pour l'éducation (intégrée dans la valeur scientifique), l'esthétique (intégrée dans les valeurs additionnelles) et l'accessibilité (intégrée dans les usages). Pour Reynard et al. (2007), la valeur éducative désigne l'importance des sites pour l'éducation et inclut des géomorphosites particulièrement visibles dans le paysage ou dont les processus sont particulièrement actifs. La visibilité des formes du relief peut être définie par des critères objectifs : nombre de points de vue et distance d'observation, étendue et développement vertical, position dominante ou dominée, contraste avec l'environnement (Grandgirard, 1997). Quant aux géomorphosites actifs, ils permettent de comprendre et de visualiser des processus géomorphologiques en action, d'imaginer l'évolution du paysage et de mettre en évidence leurs relations avec la société dans le présent et dans le futur (Reynard et Coratza, 2016).

Cette brève revue, même si elle n'est pas exhaustive, montre la difficulté de trouver une terminologie et une définition communes. Mais surtout, ces propositions négligent le fait que la valeur éducative d'un site ne peut être définie qu'en fonction du public auquel le message est destiné. La facilité d'observation des objets sur le terrain et la complexité du site (nombre d'objets et complexité des processus) doivent être adaptées au public visé (Martin et al., 2010). Un géomorphosite n'a donc pas de valeur éducative en tant que telle ; un médiateur ou un enseignant peut transformer un géomorphosite en une ressource éducative (Bazán et

al., 2014). En ce sens, l'emploi de termes comme la valeur éducative pour désigner des caractéristiques physiques des sites est abusif dans la mesure où l'intérêt éducatif dépend du médiateur et du message à faire passer (Martin, 2013). Il serait donc préférable de parler de « potentiel éducatif » (Martin, 2013) ou de « potentiel didactique » (Martin et al., 2010). Le potentiel éducatif, bien qu'il se réfère aux caractéristiques intrinsèques d'un site, doit par conséquent être considéré comme une caractéristique d'usage et non comme une valeur scientifique ou additionnelle, car il n'influence pas directement la valeur patrimoniale. Le potentiel éducatif peut être exploité au moyen d'une médiation (nous pouvons parler de potentiel pour la médiation), auquel cas la valeur éducative du produit de médiation peut être évaluée (fig. 1), et peut contribuer au renforcement du processus de patrimonialisation et de révélation de l'objet géomorphologique comme une ressource territoriale.

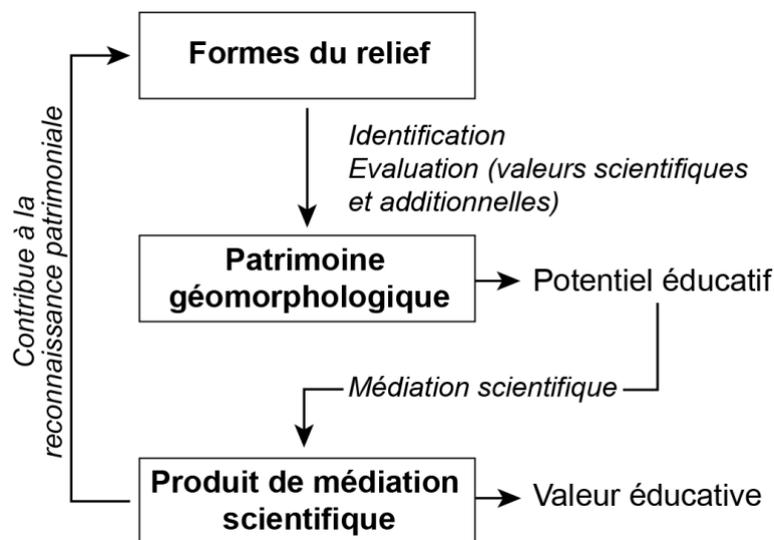


Fig. 1 - De la forme du relief au produit de médiation : différence entre le potentiel éducatif et la valeur éducative.
Fig. 1 - From landform to interpretation: the difference between educative potential and educative value.

Nous estimons que le potentiel éducatif d'un géomorphosite ne peut être défini uniquement selon la « lisibilité », la visibilité et la représentativité des formes et processus, comme le suggèrent différents auteurs mentionnés plus haut, mais doit aussi considérer l'utilisation du site comme objet d'une médiation scientifique. Notons également que la médiation ne devrait pas se limiter à la description et à l'explication des formes et processus géomorphologiques, mais devrait tenter d'apporter des réponses à des questionnements sur des enjeux environnementaux plus larges tels que le changement climatique ou la gestion des dangers naturels et privilégier une approche réflexive et une mise en perspective visant à donner un sens au savoir disciplinaire de la géomorphologie (Kramar, 2012). En ce sens, le potentiel éducatif indique un degré de pertinence ou de facilité à intégrer le site dans une démarche de médiation scientifique relative à une ou plusieurs thématiques définies.

3. Méthodologie

L'analyse que nous proposons est réalisée en trois étapes distinctes : (i) la sélection des paysages géomorphologiques, (ii) la description des sites et l'évaluation de leurs valeurs patrimoniales, (iii) la description de leur potentiel éducatif.

Les critères que nous avons choisis pour la **sélection des sites** (mais qui peuvent être adaptés en fonction des objectifs de l'étude) sont les suivants : (i) exclusion des sites déjà fortement mis en tourisme (l'objectif étant ici d'identifier des sites potentiels pour une mise en tourisme), (ii) accessibilité par les routes et sentiers de randonnée existants, et (iii) sélection de sites à l'échelle du paysage. Sur ce dernier point, précisons que les géomorphosites n'ont pas d'échelle spécifique : leur taille varie d'une microforme à un paysage entier (Reynard, 2005, 2009 ; Coratza et Hobléa, 2018). Dans le but de pouvoir comparer les cas étudiés, nous avons choisi de travailler à l'échelle des paysages géomorphologiques.

La **description des sites** a pour but de présenter les formes du relief qui composent le paysage géomorphologique sélectionné et de renseigner sur leur morphogenèse. L'évaluation de la valeur patrimoniale des sites se base sur la méthode de Reynard et al. (2016), qui distingue la valeur scientifique (évaluée sur la base de quatre critères : l'intégrité, la rareté, la représentativité et l'intérêt paléogéographique) et les valeurs additionnelles (esthétique, écologique et culturelle). La sélection et la description des sites ont été effectuées sur la base d'études existantes, en particulier deux travaux de synthèse : « *L'inventaire des géomorphosites du Géoparc UNESCO du M'Goun* » (Azatour, 2021), et « *L'Essai sur l'évolution morphologique du Haut Atlas central calcaire* » (Couvreur, 1981), d'un guide de terrain : « *La route des dinosaures* » (Monbaron et Monbaron, 2015), d'une mission de terrain qui s'est déroulée en octobre 2021, auxquels s'ajoutent les connaissances empiriques et/ou scientifiques approfondies de ce territoire de plusieurs des co-auteurs.

Le **potentiel éducatif**, ou potentiel pour la médiation, est décrit sur la base d'une sélection de thématiques qui peuvent être abordées autour du site choisi. L'identification des thématiques peut varier en fonction des objectifs de l'auteur ; nous ne prétendons donc à aucune exhaustivité. Le potentiel éducatif relatif à chacune des thématiques est ensuite décrit sur la base de deux critères : la visibilité et le niveau de complexité, que nous évaluons sur une échelle de 1 à 5. La visibilité correspond à la présence d'une vue dégagée sur l'objet permettant d'observer clairement les formes et leur imbrication. Une visibilité nulle est notée 1/5 et une excellente visibilité 5/5. Quant au niveau de complexité, il varie en fonction de la quantité d'objets (formes/processus), de concepts et d'étapes nécessaires à l'explication de la morphogenèse du site observé. Une note de 1/5 est donnée lorsque le niveau de complexité est faible et une note de 5/5 correspond à un niveau de complexité élevé. La description de ces critères permet aux utilisateurs potentiels des sites de construire un plan de médiation scientifique basé sur une sélection de sites et de thématiques cohérente et adaptée au public visé. Comme le potentiel éducatif dépend du public visé et du message que le médiateur souhaite faire passer et que, dans notre cas, ces deux variables (public et message) ne sont pas encore connues au moment de l'évaluation, il convient d'en rester à un contenu descriptif et non qualificatif, dans une démarche indépendante de celle qui vise à évaluer la valeur patrimoniale des sites.

4. Site d'étude : le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun

4.1. Caractéristiques géologiques et géomorphologiques

Le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun est situé au cœur du Haut Atlas central marocain (fig. 2), dont le point culminant est l'Ighil M'Goun (4 068 m). D'un point de vue géologique, cette partie du Haut Atlas est constituée d'une épaisse couverture méso-cénozoïque plissée qui recouvre presque entièrement le socle paléozoïque sous-jacent (Frizon de Lamote et al., 2008). Les principaux sommets sont constitués de calcaires du Lias organisés en une série de plis dont les axes suivent en général une direction ouest-sud-ouest/est-nord-est, ce qui correspond à la direction de la chaîne. Sous les calcaires du Lias, des coulées basaltiques et dépôts argileux du Trias supérieur constituent un niveau imperméable qui limite le domaine karstique (Couvreur, 1981). Dans le nord-est du géoparc et la région d'Azilal, des roches carbonatées du Dogger recouvrent celles du Lias. En de rares endroits à l'intérieur de la chaîne, on rencontre des conglomérats du Mio-pliocène, déposés durant la phase principale de soulèvement de l'Atlas (Monbaron et Monbaron, 2015).

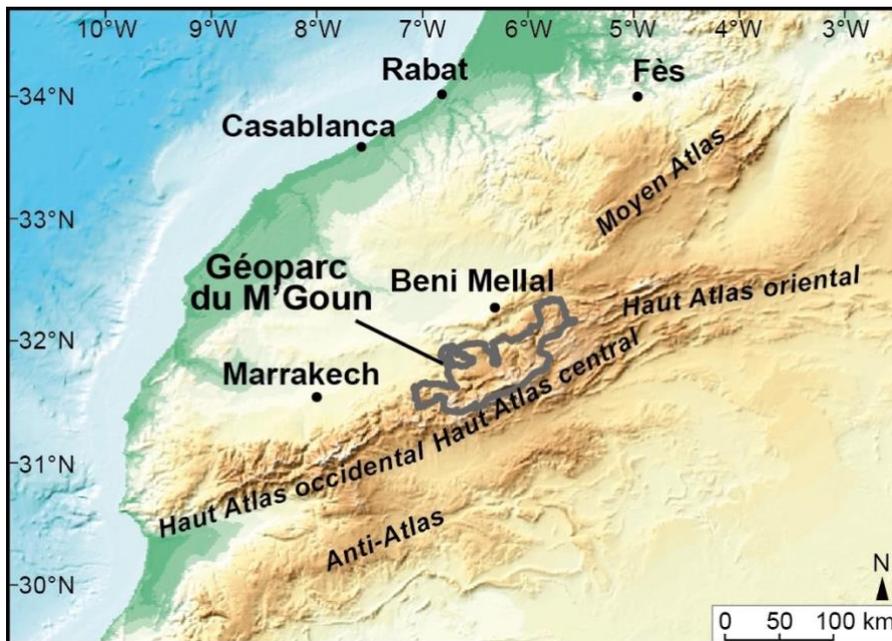


Fig. 2 - Carte de localisation du Géoparc mondial UNESCO du M'Goun et du Haut Atlas central. Fond de carte © Esri, Garmin, FAO, USGS, NGA, 2022. Cartographie de Bussard (2022).

Fig. 2 - Location map of the M'Goun UNESCO Global Geopark and the Central High Atlas. Base map: © Esri, Garmin, FAO, USGS, NGA, 2022. Cartography of Bussard (2022).

La géomorphologie du Haut Atlas central est fortement marquée par la structure géologique : les axes anticlinaux forment des crêtes sommitales longues de plusieurs dizaines de kilomètres, tandis que les principales vallées prennent place au cœur des synclinaux. Au sud-ouest du géoparc, les reliefs inversés dominent, avec des synclinaux (ou vaux) perchés (Jbel Rat, Jbel Til) surmontant des combes anticlinales. Le réseau hydrographique est dans certains cas inadapté à la structure géologique. Il en résulte une série de défilés, de cluses et de gorges. Les vallées du Haut Atlas central, qui sont restées libres de glace durant les

glaciations quaternaires (Hughes et al., 2011), sont généralement étroites et encaissées (Chardon et Riser, 1981). Les dépôts quaternaires sont donc très limités dans les fonds de vallée, à l'exception de la vallée des Aït Bouguemez, barrée à deux endroits par des éboulements à l'amont desquels des alluvions constituent une plaine relativement large et plate. En altitude, la gélifraction débite une quantité importante de fragments dont l'accumulation forme des tabliers de versant. Quelques dépôts glaciaires et périglaciaires sont visibles au pied des versants nord des sommets les plus élevés. La faible couverture végétale de cette région peu arrosée laisse une grande place à la composante minérale dans le paysage, ce qui permet d'apprécier pleinement la diversité géologique et géomorphologique qui caractérise le Haut Atlas central.

4.2. Un territoire labellisé Géoparc mondial UNESCO

Le Géoparc du M'Goun est né dans les années 2000 à l'initiative de géologues regroupés au sein de l'Association pour la Protection du Patrimoine Géologique du Maroc (APPGM), notamment pour répondre à l'urgence de protéger les empreintes de dinosaures soumises à de multiples facteurs de dégradation (Krupka, 2015). En 2004, une convention-cadre pour la création du Géoparc du M'Goun est conclue entre les autorités régionales, les groupements de communes et l'APPGM (Azatour, 2021). Intégré au *Global Geoparks Network* (<http://www.globalgeopark.org>) en 2014 et labellisé par l'UNESCO en 2015, le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun est le premier géoparc du continent africain et du monde arabo-musulman. La labellisation repose sur une liste de « sites et paysages de portée géologique internationale » (UNESCO, 2015). Les 22 géosites inventoriés dans le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun (<https://www.geoparc-mgoun.ma/carte-interactive-des-geosites>) sont de nature très variée : 8 sites sont purement géologiques (observation d'une coupe ou d'une structure géologique), 6 sont des sites paléontologiques (empreintes de dinosaures), 4 sites ont une origine anthropique (gravures rupestres, patrimoine architectural, lac de barrage) et 4 sites sont géomorphologiques (les cascades d'Ouzoud, le pont de travertin d'Imi-n-Ifri, l'éboulement du Tizi-n-Tighza et le rocher de Mastfrane, un monolithe de conglomérats). Cette liste montre que les géomorphosites occupent une place secondaire dans le géoparc par rapport aux sites géologiques et paléontologiques. La géomorphologie n'est par ailleurs pas du tout abordée dans le musée du géoparc à Azilal, dont la pièce maîtresse est la reproduction d'un squelette de dinosaure découvert dans le territoire du géoparc (Monbaron et al., 1999). Pourtant, plusieurs travaux ont démontré l'intérêt scientifique élevé d'un certain nombre de géomorphosites situés dans le géoparc (Azatour, 2013, 2021 ; 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 ; Ait Barka et al., 2022), et au moins deux d'entre eux, les cascades d'Ouzoud et le pont de travertin d'Imi-n-Ifri, sont des sites touristiques connus à l'échelle internationale.

5. Résultats : potentiel éducatif des paysages géomorphologiques

Huit paysages géomorphologiques ont été sélectionnés (fig. 3). Les valeurs patrimoniales et le potentiel éducatif de trois sites sont décrits en détail ; les cinq autres sites sont présentés de manière synthétique à

titre de comparaison. Des fiches descriptives détaillées de chaque site peuvent être consultées en ligne (Bussard, 2022).

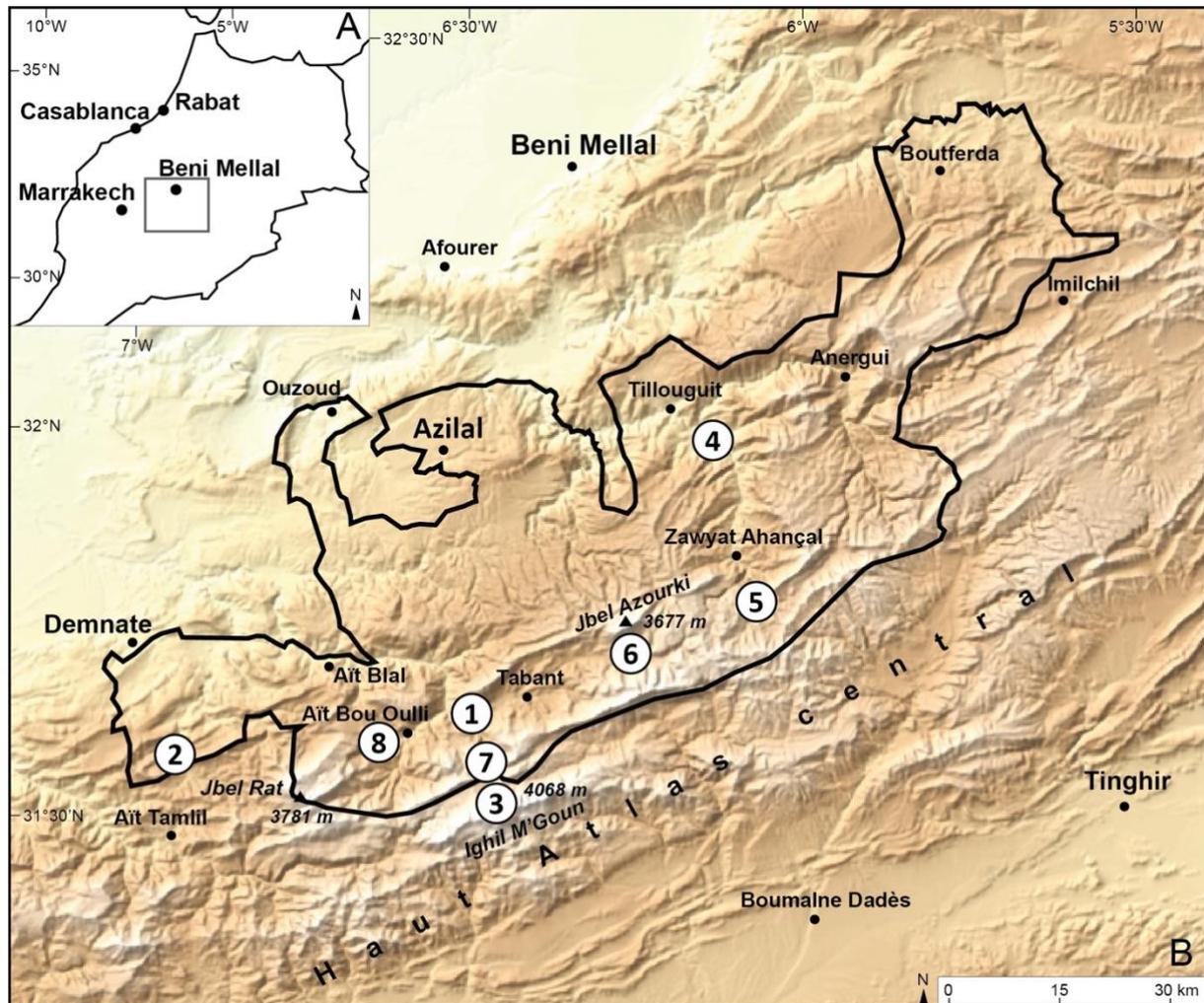


Fig. 3 - Localisation des huit paysages géomorphologiques sélectionnés. (1) éboulement du Tizi-n-Tighza, (2) synclinal perché du Jbel Til, (3) formes glaciaires et périglaciaires du versant nord du M'Goun, (4) rocher conglomératique de Mastfrane, (5) cirque rocheux de Taghia, (6) glissement rocheux d'Izourar, (7) gorges d'Ikkis, (8) badlands de la vallée des Aït Bou Oulli. Fond de carte © Esri, HERE, Garmin, FAO, USGS, NGA, 2022. Cartographie de Bussard (2022).

Fig. 3 - Location of the eight selected geomorphological landscapes. (1) Tizi-n-Tighza rockfall, (2) Jbel Til perched syncline, (3) glacial and periglacial landforms of the northern slope of M'Goun, (4) Mastfrane conglomerate rock, (5) Taghia rocky cirque, (6) Izourar landslide, (7) Ikkis gorges, (8) badlands of the Aït Bou Oulli valley. Base map © Esri, HERE, Garmin, FAO, USGS, NGA, 2022. Cartography of Bussard (2022).

5.1. Éboulement du Tizi-n-Tighza

Ce paysage géomorphologique (fig. 3, 4) est composé de trois formes imbriquées qui ferment la vallée perchée à fond plat des Aït Bouguemez : l'éboulement du Tizi-n-Tighza, le cône de déjection de l'Assif-n-Arous et la plaine alluviale des Aït Bouguemez (fig. 5A). Les dépôts grossiers d'un éboulement recouvrent le col Tizi-n-Tighza (1 819 m), qui est franchi par la route reliant la vallée des Aït Bouguemez à Demnate. Un mélange de blocs de différentes tailles allant jusqu'à un diamètre plurimétrique est disposé de manière

chaotique sur une surface d'environ 120 ha. La niche d'arrachement 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 2 403 m, soit près de 800 m au-dessus de la base du dépôt d'éboulement. La forme convexe du versant et sa forte tectonisation sont des prédispositions favorables au déclenchement d'un éboulement à cet endroit-là (Couvreur, 1981).

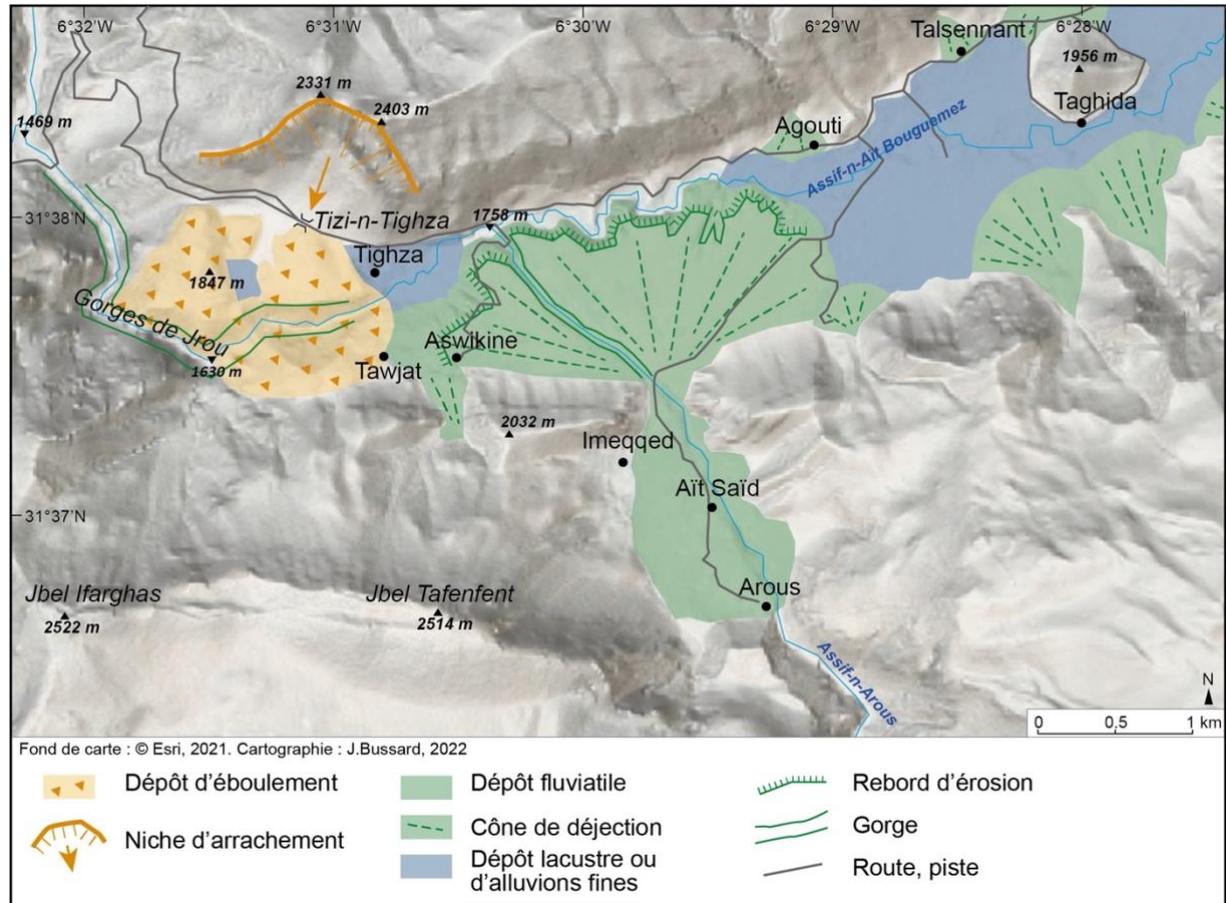


Fig. 4 - Carte géomorphologique simplifiée de l'éboulement du Tizi-n-Tighza et du cône de déjection de l'Assif-n-Arous.

Fig. 4 - Simplified geomorphological map of the Tizi-n-Tighza rockfall and the Assif-n-Arous alluvial fan.

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. La tranchée de la route principale permet d'observer une coupe de cette formation, qui est vraisemblablement d'origine lacustre. L'imposant cône de déjection qui sépare les dépôts d'éboulement de la plaine alluviale 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). Sa surface de près de 220 ha est caillouteuse et sèche et ne permet que quelques cultures irriguées, ce qui contraste avec la plaine alluviale qui occupe le fond plat de la vallée des Aït Bouguemez, large de près d'un kilomètre, 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. Au front, le 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. Le barrage formé par l'éboulement du flanc sud-ouest de la chaîne du Jbel Tizal est le principal responsable de la formation d'un lac dans la vallée des Aït Bouguemez, qui a été petit à petit comblé et dont les dépôts ont été ensuite incisés 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 (dépôts conglomératiques) alternant avec des périodes de sédimentation plus fine, dont le dépôt d'argiles d'origine lacustre.



Fig. 5 – Vues obliques de quelques paysages géomorphologiques. A. La vallée des Aït Bouguemez vue depuis le Jbel Tafenfent, avec la niche d'arrachement de l'éboulement du Tizi-n-Tighza sur la gauche (n° 1), et le cône de déjection de l'Assif-n-Arous au centre (n° 2). B. Badlands de la vallée des Aït Bou Oulli. C. Le rocher de Mastfrane, un monolithe de conglomérats. D. Le lac (asséché) d'Izourar (n° 1), retenu par les dépôts d'un glissement rocheux sur la droite (n° 2). Le plan de glissement est bien visible à l'arrière (n° 3). Source : Bussard, 2021.

Fig. 5 – Oblic photos of some geomorphological landscapes. A. The Aït Bouguemez valley seen from Jbel Tafenfent, with the Tizi-n-Tighza rockfall scarp on the left (n° 1) and the Assif-n-Arous alluvial fan in the center (n° 2).

B. Badlands of the Aït Bou Oulli valley. C. The rock of Mastfrane, a monolith of conglomerates. D. The (dry) lake of Izourar (n° 1), held back by the deposits of a landslide on the right (n° 2). The failure surface is clearly visible at the back (n° 3). Source: Bussard, 2021.

L'intérêt paléogéographique particulièrement élevé de ce site (qui permet de reconstruire l'évolution de cette partie de la vallée durant le Quaternaire) ainsi que la rareté, à l'échelle du Haut Atlas central, de l'imbrication des trois types de dépôts -gravitaire (éboulement), fluvial, lacustre- en font un site d'une haute valeur scientifique. Son potentiel éducatif (tab. 1) est lié à deux thématiques : l'éboulement, le paléo-lac et le remplissage sédimentaire à l'amont, très visible et d'une complexité moyenne, et la dynamique alluviale, moins visible et un peu plus complexe.

Thème	Visibilité	Complexité
	5 / 5	4 / 5
Thème 1 : éboulement, paléo-lac et remplissage sédimentaire	Très bonne visibilité, tant sur les formes en général (grandes tailles, contrastes de couleur) que sur le détail des dépôts (présence de plusieurs coupes)	Plusieurs formes et processus imbriqués et consécutifs à un événement majeur (l'éboulement)
	3 / 5	4 / 5
Thème 2 : dynamique alluviale	La dynamique actuelle est peu marquée, mais les dépôts fluviaux et lacustres bien visibles témoignent de la dynamique passée	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.

Tab. 1 - Potentiel éducatif de l'éboulement du Tizi-n-Tighza.

Tab. 1 - Educative potential of the Tizi-n-Tighza rockfall.

5.2. Synclinal perché du Jbel Til

La région du Jbel Til (fig. 3, 6) est marquée par deux particularités : une morphologie dominée par les reliefs inversés et la présence d'affleurements du socle paléozoïque. Le Jbel Til (2 504 m d'altitude) constitue l'extrémité ouest d'un synclinal (val) perché d'une trentaine de kilomètres de long. Il est entouré d'un crêt presque continu constitué de calcaires massifs du Lias. Trois cours d'eau permanents et en partie inadaptés à la structure géologique coupent transversalement le synclinal et franchissent les crêtes en s'écoulant du sud vers le nord dans des goulets étroits. La gorge incisée perpendiculairement à l'axe synclinal par l'Assif-n-Ghasf 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 Wawounsind (2 495 m).

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, qui met au jour le socle paléozoïque. À l'ouest de l'Assif-n-Ghasf, la structure de la combe n'est pas celle d'un anticlinal ; il s'agit d'un empilement d'écailles paléozoïques (dite « nappe d'Aït Tamlil »), dont la diversité des roches et leur disposition donnent un paysage bariolé. La structure anticlinale ne se remarque qu'à l'endroit 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.

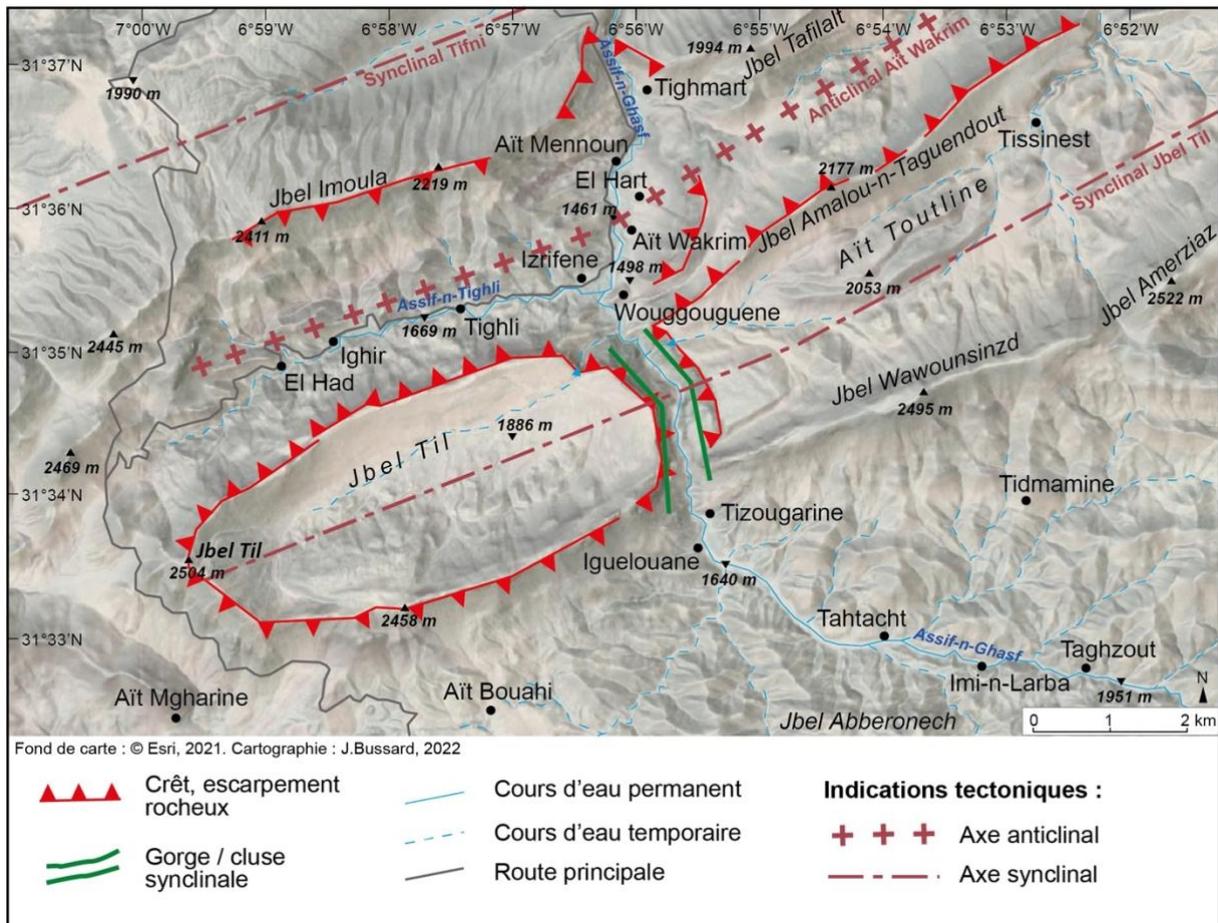


Fig. 6 - Carte géomorphologique simplifiée de la région du Jbel Til.

Fig. 6 - *Simplified geomorphological map of the Jbel Til region.*

La cluse synclinale du Jbel Til doit son 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. L'antécédence du réseau hydrographique, qui aurait façonné la cluse au fur et à mesure de l'orogénèse atlasique, est une autre hypothèse possible, mais difficile à vérifier.

Le synclinal perché du Jbel Til est très représentatif de la géomorphologie régionale et des nombreuses formes structurales qui résultent du plissement et de l'érosion de la couverture sédimentaire mésozoïque, et il est rare à l'échelle du Haut Atlas central du fait de l'existence d'une cluse synclinale et d'un mont dérivé (demi-cluse). La présence de quelques douars bien intégrés dans le paysage n'altère pas l'intégrité du site. À

cette valeur patrimoniale élevée s'ajoute un potentiel éducatif relatif à deux thématiques (tab. 2) : la géomorphologie structurale, dont le synclinal perché du Jbel Til constitue un exemple bien visible et moyennement complexe, et la formation de la cluse synclinale, dont la forme très visible a une morphogenèse complexe.

Thème	Visibilité	Complexité
Thème 1 : géomorphologie structurale, synclinal perché	4 / 5 Le synclinal perché domine le paysage et est entouré d'un crêt presque continu	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	5 / 5 La cluse synclinale apparaît sous la forme d'une gorge spectaculaire	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

Tab. 2 - Potentiel éducatif du synclinal perché du Jbel Til.

Tab. 2 - Educative potential of the perched syncline of Jbel Til.

5.3. Formes glaciaires et périglaciaires du versant nord du M'Goun

Le versant nord de la chaîne du M'Goun perché à 4 068 m (fig. 3, 7) 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, et sont adossées à de larges cirques qui ont été surcreusés par des 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 versant, souvent remaniés par la gélivation et par des loupes de solifluxion lorsque la matrice est assez fine. Les étroites combes situées à l'est de l'Assif-n-Arous (numérotées 1 à 6 sur la carte de la Figure 7) sont entièrement comblées de gélifractions.

La large combe située à l'amont du bassin versant de l'Assif-n-Arous est dotée d'un double cirque glaciaire, avec une morphologie en Y. 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 3 500 m), est recouvert de dépôts formant des buttes arrondies. 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 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. L'érosion due à l'activité torrentielle a sans doute déblayé tous les éventuels dépôts glaciaires qui auraient pu être déposés ici.

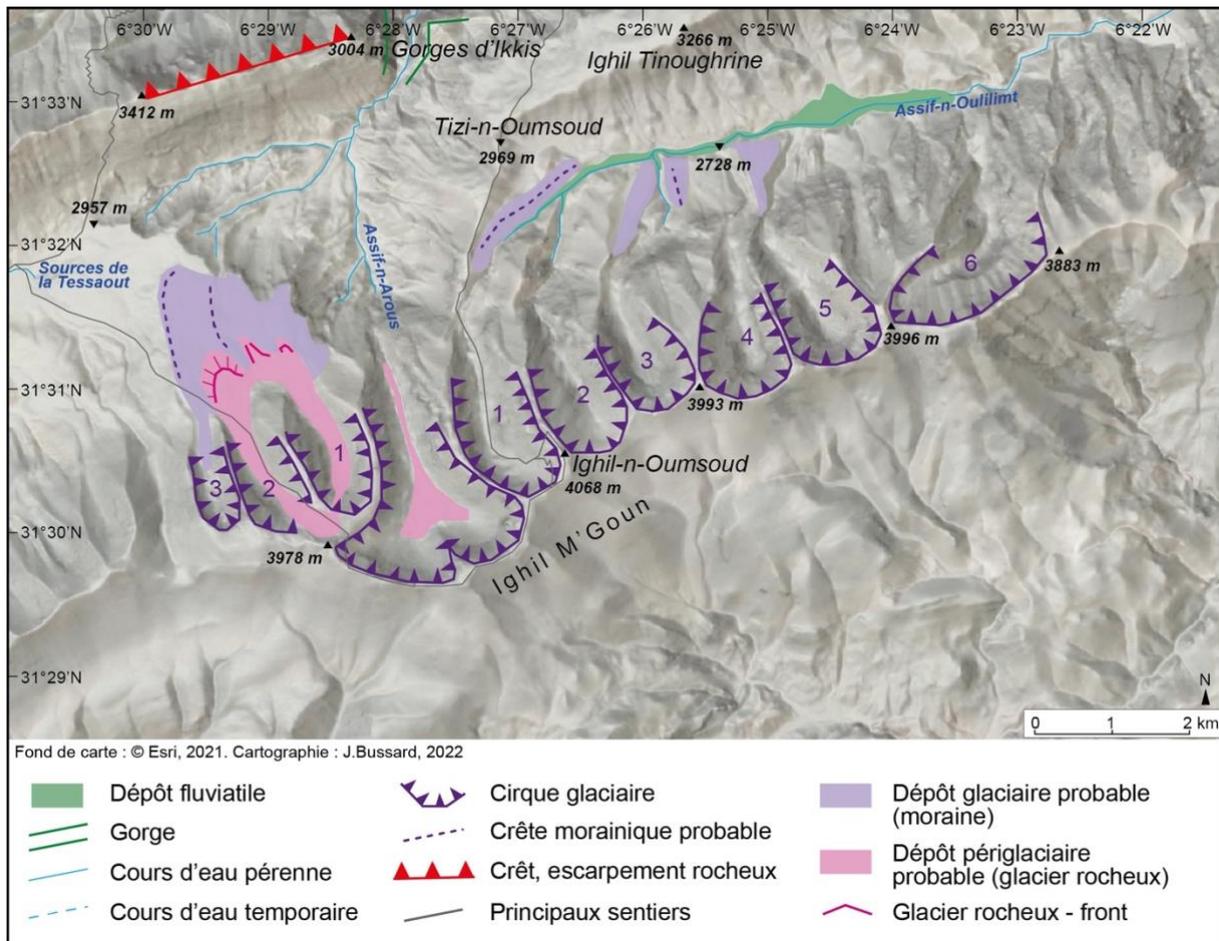


Fig. 7 - Carte géomorphologique simplifiée du versant nord du M'Goun.
 Fig. 7 - Simplified geomorphological map of the northern slope of M'Goun.

Les fonds relativement plats des trois combes situées à l'ouest de l'Assif-n-Arous (numérotés de 1 à 3 sur la Figure 7) 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 dépassant les 200 m. L'abondance de gélifraicts de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres de diamètre 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 en 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 fossiles. 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. On pourrait soupçonner, à cet endroit, la présence de dépôts glaciaires antérieurs à l'avancée des glaciers rocheux.

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, est très peu connue (Hughes et Woodward, 2017). Les périodes précises d’existence des glaciers et leur développement restent donc l’objet de suppositions, discutées et controversées, qui mériteraient confirmation par davantage d’études détaillées. Par analogie 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 (Pléistocène supérieur), qui selon la nomenclature marocaine correspond au Würm alpin (Biberson, 1971 ; Hughes et al., 2004). Selon cette hypothèse, des glaciers étaient présents au Dernier Maximum Glaciaire (Last Glacial Maximum, LGM), voire au Dryas récent. Les glaciers rocheux qui occupent le centre des combes n’ont pu se développer qu’après la disparition des glaciers qui occupaient l’auge.

Ce site a un intérêt paléogéographique très élevé : l’étude détaillée et la datation des dépôts glaciaires et périglaciaires permettraient de mieux comprendre l’évolution climatique du Haut Atlas central au Pléistocène. Par ailleurs, le versant nord du M’Goun est extrêmement bien préservé et les formes glaciaires et périglaciaires sont très rares dans l’Atlas. La valeur patrimoniale de ce site est donc particulièrement élevée. Le potentiel éducatif (tab. 3) est orienté vers deux thématiques : l’analyse et l’interprétation des dépôts glaciaires et périglaciaires, qui permettent de questionner l’évolution du climat durant le Pléistocène et jusqu’à nos jours, et la question de la formation des cirques glaciaires, très visibles dans le paysage, mais dont la morphogenèse est relativement complexe.

Thème	Visibilité	Complexité
Thème 1 : glaciers rocheux fossiles et moraines héritées	2 / 5 Les formes sont peu marquées, mais l’absence de végétation permet de les repérer assez facilement	3 / 5 Comme ces dépôts sont hérités, leur interprétation demande un certain niveau d’abstraction
Thème 2 : formation des cirques glaciaires	5 / 5 Excellente visibilité ; les cirques sont marquants dans le paysage	4 / 5 La morphogenèse de ces cirques fait intervenir différents facteurs (tectoniques, lithologiques, karstiques, glaciaires) dont l’imbrication est complexe

Tab. 3 - Potentiel éducatif des formes glaciaires et périglaciaires du versant nord du M’Goun.

Tab. 3 - Educative potential of glacial and periglacial landforms on the northern slopes of the M’Goun.

La description détaillée de cinq autres paysages géomorphologiques et de leur potentiel éducatif a été réalisée. Nous en donnons ici un bref aperçu, sans entrer dans les détails.

5.4. Le rocher de Mastfrane

Le rocher de Mastfrane (fig. 3, 5C) est un monolithe dont la silhouette spectaculaire évoque celle d’une cathédrale. Il est constitué de poudingues déposés au cœur d’un synclinal au Mio-pliocène, durant la phase principale de soulèvement de la chaîne. C’est un dépôt corrélatif de la tectonique majeure fini-miocène - Pontico-pliocène (Monbaron, 1981). Il témoigne à la fois de l’importance du soulèvement du Haut Atlas central, de l’effet de la tectonique cassante et de l’importance des systèmes fluviaux de la fin du Tertiaire et de leur charge solide. Les poudingues apparaissent en couches horizontales et forment une masse relativement homogène et consolidée. La granulométrie est en général celle de galets de plusieurs centimètres d’arête, mais on trouve quelques plus gros blocs de plusieurs dizaines de centimètres. Cet

affleurement de conglomérats est le plus étendu à l'intérieur de la chaîne du Haut Atlas central (Couvreur, 1981) et a un intérêt pour comprendre l'évolution du relief durant l'orogénèse atlasique.

5.5. Cirque rocheux et sources de Taghia

L'anticlinal du Jbel Azourki (Jossen, 1990) constitue une crête longue de 65 km 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. À cet endroit, proche du village de Taghia (site n° 5 sur la Figure 3), les épaisses couches de calcaires du Lias moyen forment des parois subverticales aux couleurs grises et ocres, entaillées de plusieurs gorges et qui atteignent une hauteur de plus de 800 m. Ce site est renommé à l'échelle internationale pour la qualité de ses voies d'escalade. 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 source est située à l'amont du village de Taghia, au contact des calcaires avec des roches imperméables (basaltes et argiles roses à paillettes de gypse du Trias), et donne naissance à l'Assif-n-ou-Ahançal.

5.6. Glissement rocheux d'Izourar

Les dépôts très hétérométriques d'un glissement rocheux (fig. 3, 5D) étalés sur plus de 7 km² 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 peu profond, se forme à l'amont de ce barrage lors d'orages intenses 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.

5.7. Gorges d'Ikkis

Les gorges d'Ikkis (site n° 7 sur la Figure 3), étroites et profondes de près de 400 m, sont taillées dans les calcaires massifs du Lias du flanc sud de l'anticlinal Waougoulzat – Igoudamene - Takeddid, où elles forment une demi-cluse. La morphogénèse de ce site s'explique vraisemblablement par l'existence d'une « zone drainante transversale » (Monbaron, 1975), favorisée par des facteurs tectoniques (fracturation) et structuraux (ensellement axial). L'érosion karstique, qui aurait miné le sous-sol le long des zones de faiblesse, combinée à l'érosion fluviale, dirigée vers les zones topographiquement les plus basses, auraient permis le franchissement des flancs très compétents (calcaires massifs de la formation du Jbel Rat) et redressés de l'anticlinal.

5.8. Badlands de la vallée des Aït Bou Oulli

À proximité des douars de la vallée des Aït Bou Oulli (fig. 3, 5B), des badlands spectaculaires sont creusées dans des siltites et pélites rouges de la formation de Tafilalt (Trias). Ces roches tendres sont profondément

incisées lors des épisodes de pluies intenses. Il en résulte un relief de ravines, de crêtes et de versants raides et instables impropres aux cultures en terrasses. Les badlands sont limités 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).

5.9 Potentiel éducatif : synthèse des résultats

Pour chacun des huit paysages géomorphologiques étudiés, nous avons sélectionné une à trois thématiques qui pourraient faire l'objet d'une médiation scientifique. Pour chacune des thématiques identifiées, nous avons évalué la visibilité des formes et des processus relatifs à la thématique choisie ainsi que sa complexité. Les résultats de cette évaluation sont résumés dans le Tableau 4.

Site	Thématique	Visibilité (pts / 5)	Complexité (pts / 5)
Éboulement du Tizi-n-Tighza	Eboulement, paléo-lac et remplissage sédimentaire	5	4
	Dynamique alluviale	3	4
Synclinal perché du Jbel Til	Géomorphologie structurale, synclinal perché	4	3
	Inadaptation à la structure géologique, formation des cluses	5	5
Formes glaciaires et périglaciaires du versant nord du M'Goun	Glaciers rocheux fossiles et moraines héritées	2	3
	Formation des cirques glaciaires	5	4
Rocher de Mastfrane	Érosion différentielle, dépôts corrélatifs	5	2
	Dynamique alluviale passée et présente	4	3
Cirque rocheux et sources de Taghia	Formation des gorges (érosion karstique et fluviale)	5	4
	Géomorphologie structurale	4	2
	Système karstique, notion de karst barré	3	2
Glissement rocheux d'Izourar	Glissement rocheux et remplissage sédimentaire à l'amont	4	3
Gorges d'Ikkis	Inadaptation à la structure géologique, formation des cluses	5	4
	Géomorphologie structurale	3	4
Badlands des Aït Bou Oulli	Dynamique torrentielle	5	3
	Érosion régressive	5	2

Tab. 4 - Visibilité et complexité de huit paysages géomorphologiques en fonction d'une sélection de thématiques.
 Tab. 4 - Visibility and complexity of eight geomorphological landscapes based on selected themes.

6. Discussion

La description du potentiel éducatif constitue une étape intermédiaire dans l'élaboration d'un plan de médiation du géopatrimoine. Elle se base sur des critères de visibilité et de complexité relatifs à des thématiques qui illustrent différents aspects de l'intérêt patrimonial des sites. Le but de cette démarche est de faciliter l'identification de sites et de thématiques qui pourraient être intégrés dans la concrétisation de produits de médiation scientifique adaptés au public et reflétant les spécificités territoriales.

6.1. Adapter la médiation au public

Nous partons de l'hypothèse que la complexité des thématiques et la visibilité des sites tendent à orienter la médiation scientifique vers certains types de public. Il est en effet plus aisé d'élaborer un produit de médiation adressé à un public de non-initiés, qui dispose de peu de temps ou d'un faible intérêt pour la géomorphologie, si la thématique est peu complexe et le site très visible. Dans les exemples que nous avons illustrés, l'érosion régressive dans les badlands des Aït Bou Oulli, l'érosion différentielle du rocher de Mastfrane ou la géomorphologie structurale du cirque rocheux de Taghia sont peu complexes et très visibles et seraient donc bien adaptées à un public non-initié. À l'inverse, des sites complexes ou peu visibles peuvent intéresser un public qui dispose de certaines connaissances préalables et d'un intérêt élevé pour la géomorphologie. L'inadaptation du réseau hydrologique à la structure géologique et la formation des cluses dans les cas des gorges d'Ikkis et du synclinal perché du Jbel Til ainsi que la morphologie glaciaire et périglaciaire du versant nord du M'Goun, dont la complexité est élevée, s'adressent plutôt à un public initié ou particulièrement intéressé par la géomorphologie.

6.2. Refléter les spécificités territoriales

Les résultats montrent que certaines thématiques sont particulièrement fréquentes et illustrent donc des spécificités territoriales. Dans le cas du Géoparc du M'Goun, deux thématiques peuvent être abordées dans plusieurs sites : la géomorphologie structurale et le rôle de l'eau (érosion régressive, dynamiques alluviale et torrentielle, systèmes karstiques). Ces deux thématiques sont liées à une caractéristique distinctive du Haut Atlas central : la présence d'une épaisse couverture sédimentaire méso-cénozoïque plissée, à l'intérieur de laquelle sont notamment développés des reliefs inversés, des cluses et des réseaux et formes karstiques. Orienter la médiation scientifique autour de ces deux thématiques permettrait de mettre en lumière les principales caractéristiques spécifiques et distinctives de la géomorphologie régionale et de proposer des offres cohérentes si un plan de médiation est pensé à l'échelle du géoparc. Par ailleurs, la médiation scientifique autour du géopatrimoine peut être complétée par une médiation sur d'autres types de patrimoines (culturels ou relatifs à la nature vivante) et renforcer ainsi une compréhension globale des patrimoines régionaux et de leurs interactions.

6.3. Limites et perspectives de recherche

La méthodologie que nous avons utilisée pour décrire le potentiel éducatif, basée sur le choix de thématiques et l'évaluation de deux critères (la complexité et la visibilité), a l'avantage d'être simple, facilement répliquable et proche de la pratique. Comme nous l'avons déjà mentionné, il s'agit d'une étape intermédiaire qui permet de faire le lien entre les valeurs patrimoniales des sites, évaluées selon des méthodes largement décrites dans la littérature, et la concrétisation d'une médiation scientifique. Rien n'empêche les potentiels utilisateurs de cette approche de compléter l'analyse par d'autres critères ou d'autres thématiques qui pourraient être utiles en fonction des objectifs qu'ils poursuivent. Certaines caractéristiques des sites permettent-elles de discuter d'enjeux sociaux ou environnementaux plus larges, de témoigner d'étapes de l'histoire de la Terre ou du

climat, d'illustrer des processus actifs ? Certains sites ont-ils une importance culturelle, sont-ils l'objet de légendes ou d'interprétations s'appuyant sur le sens commun local ? Est-il possible de tisser des liens avec d'autres sujets : histoire, habitat, culture, écologie, etc. ? Au regard de ces critères, des thématiques moins fréquemment mentionnées peuvent être intéressantes, telles que les traces glaciaires et périglaciaires du versant nord du M'Goun, qui témoignent d'un climat plus froid et humide, ou les systèmes karstiques, indispensables pour l'approvisionnement en eau de la région. Il conviendrait par ailleurs d'analyser davantage de sites, en particulier à d'autres échelles que celle du paysage, afin d'avoir une image plus représentative de la diversité du patrimoine géomorphologique de la région. Enfin, connaître les caractéristiques et les attentes des publics qui fréquentent déjà ces sites ou qui pourraient être amenés à les visiter serait utile afin d'adapter la médiation scientifique au public visé.

7. Conclusion

La valeur patrimoniale des géomorphosites a été évaluée sur la base de la valeur scientifique et des valeurs additionnelles. Le potentiel éducatif, ou potentiel pour la médiation, n'est pas constitutif de la valeur patrimoniale, mais permet d'identifier des sites et des thématiques qui pourraient être intégrés dans une démarche de médiation scientifique. Dans le Géoparc mondial UNESCO du M'Goun, nous avons décrit le potentiel éducatif de huit paysages géomorphologiques. Les résultats montrent que certaines thématiques sont particulièrement fréquentes et illustrent donc des spécificités territoriales. Il s'agit en particulier de la géomorphologie structurale et du rôle de l'eau, deux éléments fortement liés au contexte géologique et géomorphologique du Haut Atlas central. Orienter la médiation scientifique autour de ces deux thématiques permettrait de proposer des offres cohérentes à l'échelle du géoparc et de contribuer au processus de patrimonialisation des paysages géomorphologiques caractéristiques de cette région. La valorisation des paysages géomorphologiques dans le territoire du Géoparc du M'Goun a un remarquable potentiel qui reste sans doute encore trop peu exploité.

Abridged English Version

The heritage recognition of geomorphological objects is the result of the awareness of their heritage interest by a certain number of stakeholders, beyond the restricted circle of geoscientists (Grandgirard, 1997; Reynard et al., 2011). The interpretation of geomorphology (or médiation scientifique), which serves as an interface between the public and scientific knowledge (Viallette et al., 2021), is therefore an important step in the process of heritage recognition of geomorphological objects. The reasons for considering certain landforms to be of heritage interest have been extensively discussed in the literature (Reynard, 2009; Brilha, 2016). Likewise, issues relating to the interpretation of geomorphological objects have been the subject of several publications, particularly in the field of geotourism research (Martin et al., 2010; Ambert and Cayla, 2020; Bussard and Reynard, 2022b). On the other hand, the choice of sites with a certain educative potential

to develop interpretative products is rarely based on objective and formalised criteria. The terminology and definitions used in the literature to designate the characteristics of geomorphosites that facilitate the understanding of their heritage interest are indeed relatively disparate. However, a high educative potential greatly facilitates the transmission of the message that the interpreter is trying to convey to his audience.

Geomorphological landscapes – defined as landscapes whose geomorphological component is of heritage interest (Reynard, 2005; Bussard and Reynard, 2022a) – are interesting supports for the dissemination of scientific knowledge in geomorphology. Their educative potential could be defined, as suggested in the literature, in terms of readability and representativeness of their forms and processes (Grandgirard, 1997; Pralong, 2006), but also according to their usefulness as objects for interpretation (Coratza and Giusti, 2005). In this sense, the educative potential indicates the degree of relevance or ease with which the site can be integrated into interpretation plans related to one or more defined themes and tailored to a target audience. Educative potential, while referring to the intrinsic features of a geomorphosite, must be considered a use characteristic and not as a scientific or additional value, as it does not directly influence the heritage value. We suggest that the description of the educative potential for each identified thematic should be based on two central criteria: visibility and complexity. Visibility refers to the presence of an unobstructed view of the object allowing clear observation of the landforms and their combination. Complexity varies according to the quantity of objects (landforms/processes), concepts and steps necessary to explain the morphogenesis of the observed site.

To illustrate these theoretical remarks, we describe the educative potential of eight geomorphological landscapes located in the M'Goun UNESCO Global Geopark (Central High Atlas, Morocco), which are of high scientific interest and which could be used for interpretation. The selected sites are (1) the rockfall of Tizi-n-Tighza, (2) the perched syncline of Jbel Til, (3) the glacial and periglacial landforms in M'Goun northern slope, (4) the conglomerate rock of Mastfrane, (5) Taghia cliffs, (6) the landslide of Izourar, (7) Ikkis gorges, and (8) the badlands of Ait Bou Oulli Valley (a detailed description of these sites can be found online (Bussard, 2022)).

For each site, we found a variety of themes with different levels of visibility and complexity, allowing potential users to develop interpretation plans adapted to the target audience. It is indeed easier to develop an interpretation offer addressed to lay people if the theme is not very complex and the site very visible. Conversely, complex and low-visibility sites may be of interest to a public with some prior knowledge and a high interest in geomorphology. Results also show that certain themes are particularly frequent and thus illustrate specific and distinctive territorial features. In the case of the M'Goun Geopark, two themes, strongly linked to the geological context of the Central High Atlas, can be addressed in several sites: structural geomorphology and the role of water (regressive erosion, alluvial and torrential dynamics, karstic systems). In conclusion, we believe that the interpretation of geomorphological landscapes in the territory of the M'Goun UNESCO Global Geopark has a remarkable potential that is probably still too little exploited.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Fondation Swisscontact au Maroc et son directeur M. Didier Krumm, qui ont financé et facilité le travail de terrain dans le cadre du programme « Tourisme durable Suisse-Maroc », financé par le Secrétariat d'État à l'Économie (SECO) en collaboration avec le Ministère du Tourisme et la Société Marocaine d'Ingénierie Touristique (SMIT). Le premier auteur remercie aussi M. Driss Achbal et Mme Fatima Amagar, respectivement président et directrice du Géoparc du M'Goun, pour leur disponibilité et leur soutien sur le terrain.

Références

- 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.
- Ambert M., Cayla N. (Éds). (2020)** – Guide pratique de valorisation des géomorphosites. Presses Universitaires Savoie Mont Blanc, Chambéry (France).
- 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 (Maroc).
- 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 (Maroc).
- Bazán H., Serrano E., Ruiz-Flaño P. (2014)** – Educational use assessment of geomorphosites applied to the Picos de Europa National Park (Northern Spain), 11582. EGU General Assembly Conference Abstracts.
- Biberson P. (1971)** – Essai de redéfinition des cycles climatiques du Quaternaire continental du Maroc. *Quaternaire*, 8(1), 3-13. DOI : 10.3406/quate.1971.1166
- Bollati I., Pelfini M., Pellegrini L. (2012)** – A geomorphosites selection method for educational purposes: A case study in Trebbia Valley (Emilia Romagna, Italy). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 35(1), 23-36. DOI : 10.4461/GFDQ.2012.35.3
- 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 Oullil valley (Central High-Atlas, Morocco). *Area*, 50(3), 331-343. DOI : 10.1111/area.12380
- Brilha J. (2016)** – Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review. *Geoheritage*, 8(2), 119-134. DOI : 10.1007/s12371-014-0139-3
- Brilha J. (2018)** – Geoheritage and Geoparks. In Reynard E., Brilha J. (Eds.), *Geoheritage: Assessment, protection, and management*. Elsevier, Amsterdam, 323-335. DOI : 10.1016/B978-0-12-809531-7.00018-6
- Bruschi V.M., Cendrero A. (2005)** – Geosite evaluation; can we measure intangible values? *Il Quaternario*, 18(1), 293-306.
- Bussard J. (2022)** – Paysages géomorphologiques du Géoparc du M'Goun (Maroc) : fiches descriptives [en ligne]. Université de Lausanne. DOI : 10.5281/zenodo.7181982
- Bussard J., Reynard E. (2022a)** – Heritage value and stakeholders' perception of four geomorphological landscapes in Southern Iceland. *Geoheritage*, 14, article 89. DOI : 10.1007/s12371-022-00722-8
- Bussard J., Reynard E. (2022b)** – Géotourisme et médiation scientifique dans l'offre touristique en montagne. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, 110(1), en ligne. DOI : 10.4000/rga.10269
- Chardon M., Riser J. (1981)** – Formes et processus géomorphologiques dans le Haut-Atlas marocain. *Revue de Géographie Alpine*, 69(4), 561-582. DOI : 10.3406/rga.1981.2480
- Couvreur G. (1981)** – Essai sur l'évolution morphologique du Haut Atlas central calcaire (Maroc) (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg (France).
- Coratza P., Giusti C. (2005)** – Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. *Il Quaternario*, 18(1), 307-313.
- Coratza P., Hobléa F. (2018)** – The specificities of geomorphological heritage. In Reynard E., Brilha J. (Eds): *Geoheritage: Assessment, protection, and management*. Elsevier, Amsterdam, 87-106. DOI : 0.1016/B978-0-12-809531-7.00005-8

- Crofts R., Gordon J.E., Brilha J., Gray M., Gunn J., Larwood J., Santucci V.L., Tormey D., Worboys G.L. (2020) – Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas. International Union for Conservation of Nature, IUCN, Gland (Switzerland). DOI : 10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.31.en
- Di Méo G. (2008) – Processus de patrimonialisation et construction des territoires. Actes du colloque 'Patrimoine et industrie en Poitou-Charentes : connaître pour valoriser', 12 septembre 2007, Poitiers-Châtelleraut, France, 87–109.
- Frizon de Lamotte D., Zizi M., Missenard Y., Hafid M., El Azzouzi M., Maury R.C., Charrière A., Taki Z., Benammi M., Michard A. (2008) – The Atlas System. In Michard A., Saddiqi O., Chalouan A. Frizon de Lamotte D. (Eds), Continental evolution: the geology of Morocco. Springer, Berlin, Heidelberg, 133-202.
- Duval M., Gauchon C. (2010) – Tourisme, géosciences et enjeux de territoires. Actualités du géotourisme. Téoros, 29(2), en ligne, <http://journals.openedition.org/teoros/870>
- Grandgirard V. (1997) – Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel : La mémoire de la Terre est notre mémoire. Geographica Helvetica, 52(2), 47-56. DOI : 10.5194/gh-52-47-1997
- 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. DOI : 10.1144/SP433.12
- 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 (Maroc).
- Hili A. (2020) – Les géopatrimoines du parc national de Tazekka (Moyen Atlas Nord oriental) : Inventaire, évaluation, cartographie et valorisation (Thèse de doctorat). Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal (Maroc).
- Hobléa F., Cayla N., Giusti C., Peyrache-Gadeau V., Poiraud A., Reynard E. (2017) – Les géopatrimoines des Alpes occidentales: Émergence d'une ressource territoriale. Annales de géographie, 717(5), 566–597.
- Hobléa F., Cayla N., Peyrache-Gadeau V., Rousset P., Barbarin B., Bourgeois A., Krupka P., Talibert C. (2021) – Territorialisation du géopatrimoine en région Auvergne-Rhône-Alpes (France). Géo-Regards, 14, 15–34.
- Hose T.A. (1995) – Selling the story of Britain's stone. Environmental Interpretation, 10(2), 16-17.
- Hose T.A. (2012) – 3G's for modern geotourism. Geoheritage, 4(1), 7-24. DOI : 10.1007/s12371-011-0052-y
- Hughes P.D., Fenton C.R., Gibbard P.L. (2011) – Quaternary glaciations of the Atlas Mountains, North Africa. In Ehlers J., Gibbard P.L., Hughes P.D. (Eds), Developments in Quaternary Sciences (vol. 15). Elsevier, Amsterdam, 1065-1074. DOI : 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: ¹⁰Be exposure ages reveal a 4.5 ka seismic event. Geological Society of America Bulletin, 126(7-8), 1093-1104. DOI : 10.1130/B30894.1
- Hughes P.D., Fink D., Rodés Á., Fenton C.R., Fujioka T. (2018) – Timing of Pleistocene glaciations in the High Atlas, Morocco: New ¹⁰Be and ³⁶Cl exposure ages. Quaternary Science Reviews, 180, 193-213. DOI : 10.1016/j.quascirev.2017.11.015
- 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. (Eds), Developments in Quaternary Sciences (vol. 2). Elsevier, Amsterdam, 255-160. DOI : 10.1016/S1571-0866(04)80131-3
- 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. DOI : 10.1144/SP433.14
- Jossen J.-A. (1990) – Carte géologique du Maroc, feuille Zawyat Ahançal au 1:100'000.
- Kramar N. (2012) – Le tourisme scientifique en question : Vers de nouvelles potentialités. In Brougère G., Fabbiano G. (Eds), Tourisme et apprentissages. Actes du colloque de Villetaneuse, 16-17 mai 2011. EXPERICE – Université Paris 13, Villetaneuse, 95-100.
- Krupka P. (2015) – Jeux d'acteurs et population locale dans la construction du Géoparc marocain (Mémoire de master). Université Paul-Valéry Montpellier III (France).
- Lou 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
- Martin S. (2013) – Valoriser le géopatrimoine par la méditation indirecte et la visualisation des objets géomorphologiques (Thèse de doctorat, Géovisions n° 41). Université de Lausanne (Suisse).
- Martin S., Regolini-Bissig G., Perret A., Kozlik L. (2010) – Élaboration et évaluation de produits géotouristiques : Propositions méthodologiques. Téoros, 29(2), 55-66. DOI : 10.7202/1024871ar
- Migoń P. (2018) – Geo-interpretation: How and for whom? In Dowling R., Newsome, D. (Eds): Handbook of Geotourism. Edward Elgar Pub., Cheltenham (UK), 224-233. DOI : 10.4337/9781785368868.00028
- Monbaron M. (1975) – Contribution à l'étude des cluses du Jura septentrional (Thèse de doctorat). Université de Neuchâtel, Faculté des sciences (Suisse).
- Monbaron M. (1981) – Sédimentation, tectonique synsédimentaire et magmatisme basique : l'évolution paléogéographique et structurale de l'Atlas de Beni Mellal (Maroc) au cours du Mésozoïque : ses incidences sur la tectonique tertiaire. Eclogae geologicae Helveticae, 74(3), 625-638. DOI : 10.5169/seals-165123
- Monbaron M., Monbaron J. (2015) – La route des dinosaures : Itinéraires à travers le Géoparc M'Goun, Haut Atlas, Maroc. Éditions d'autre part, Genève (Suisse).
- Monbaron M., Russell D.A., Taquet, P. (1999) – Atlasaurus imelakei n.g., n.sp., a brachiosaurid-like sauropod from the Middle Jurassic of Morocco. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences—Series IIA - Earth and Planetary Science, 329(7), 519-526. DOI : 10.1016/S1251-8050(00)80026-9

- Mucivuna V., Reynard E., da Glória Motta Garcia M. (2019)** – Geomorphosites assessment methods: Comparative analysis and typology. *Geoheritage*, 11, 1799-1815. DOI : 10.1007/s12371-019-00394-x
- Németh B., Németh K., Procter J.N. (2021)** – Informed geoheritage conservation: Determinant analysis based on bibliometric and sustainability indicators using ordination techniques. *Land*, 10(5), en ligne, 539. DOI : 10.3390/land10050539
- Newsome D., Dowling R. (Eds) (2010)** – *Geotourism : The tourism of geology and landscape*. Goodfellow Publ., Oxford (UK).
- Newsome D., Dowling R. (2018)** – Geoheritage and geotourism. In Reynard E., Brilha J. (Eds): *Geoheritage: assessment, protection, and management*. Elsevier, Amsterdam, 305-321. DOI : 10.1016/B978-0-12-809531-7.00017-4
- Panizza M. (2001)** – Geomorphosites : Concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46(1), 4-5. DOI : 10.1007/BF03187227
- Pereira P., Pereira D.I., Alves M.I.C. (2007)** – Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). *Geographica Helvetica*, 67, 159-168. DOI : 10.5194/gh-62-159-2007
- Portal C. (2010)** – Reliefs et patrimoine géomorphologique. Applications aux parcs naturels de la façade atlantique européenne. (Thèse de doctorat). Université de Nantes (France).
- Pralong J.-P. (2005)** – A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie : Relief, processus, environnement*, 11(3), 189-196. DOI : 10.4000/geomorphologie.350
- Pralong J.-P. (2006)** – Géotourisme et utilisation de sites naturels d'intérêt pour les sciences de la Terre : Les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, Alpes suisses) et Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, Alpes françaises) (Thèse de doctorat). Université de Lausanne (Suisse).
- Rais J., Barakat A., Louz E., Ait Barka A. (2021)** – Geological heritage in the M'Goun geopark : A proposal of geo-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
- Reynard E. (2005)** – Géomorphosites et paysage. *Géomorphologie : Relief, processus, environnement*, 11(3), 181-188. DOI : 10.4000/geomorphologie.338
- Reynard, E. (2009)** – Geomorphosites : Definitions and characteristics. In Reynard E., Coratza P., Regolini-Bissig G. (Eds): *Geomorphosites*. Pfeil, Munich, 9-20.
- Reynard E., Brilha J. (Eds) (2018)** – *Geoheritage: Assessment, protection, and management*. Elsevier, Amsterdam.
- Reynard E., Coratza P. (2016)** – The importance of mountain geomorphosites for environmental education: Examples from the Italian Dolomites and the Swiss Alps. *Acta geographica Slovenica*, 56(2), 291-303. DOI : 10.3986/AGS.1684
- Reynard E., Panizza M. (2005)** – Géomorphosites : Définition, évaluation et cartographie. Une introduction. *Géomorphologie : Relief, processus, environnement*, 11(3), 177-180.
- Reynard E., Fontana G., Kozlik L., Scapozza C. (2007)** – A method for assessing « scientific » and « additional values » of geomorphosites. *Geographica Helvetica*, 62(3), 148-158. DOI : 10.5194/gh-62-148-2007
- Reynard E., Hobléa F., Cayla N., Gauchon C. (2011)** – Les hauts lieux géologiques et géomorphologiques alpins. Vers une redécouverte patrimoniale ? *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, 99(2), en ligne. DOI : 10.4000/rga.1412
- Reynard E., Perret, A., Bussard J., Grangier L., Martin S. (2016)** – Integrated approach for the inventory and management of geomorphological heritage at the regional scale. *Geoheritage*, 8(1), 43-60. DOI : 10.1007/s12371-015-0153-0
- Serrano E., González-Trueba J.J. (2005)** – Assessment of geomorphosites in natural protected areas: The Picos de Europa National Park (Spain). *Géomorphologie : Relief, processus, environnement*, 11(3), 197-208. DOI : 10.4000/geomorphologie.364
- Taqbibt, 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 (Maroc).
- UNESCO (2015)** – Statuts du Programme international de géosciences et des géoparcs [en ligne]. Disponible sur https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260675_fre (consulté le 16.03.2022)
- Vialette Y., Mao P., Bourlon F. (2021)** – Le tourisme scientifique dans les Alpes françaises : Un laboratoire pour la médiation scientifique et la recherche. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, 109(2), en ligne. DOI : 10.4000/rga.9337