

MODALITÉS D'INVENTAIRE DU PATRIMOINE GÉOLOGIQUE ET SA PROTECTION

Ezzoura ERRAMI

Equipe de Géodynamique, Géoéducation et Patrimoine Géologique (EGGPG), Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Chouaïb Doukkali, El Jadida, Maroc



Résumé

Les pratiques et les modalités de l'inventaire, de l'évaluation, de la géoconservation et de la valorisation des géosites et des géomorphosites permettent la promotion de leur utilisation pour le développement socio-économique et socio-culturel local durable. L'inventaire permet aussi d'adopter des stratégies innovantes et adaptées pour, assurer la durabilité des géosites et des géomorphosites, les rendre importants et attrayants aussi bien pour le public que pour les décideurs et d'en faire un levier de développement à travers la promotion d'une nouvelle niche touristique, le géotourisme et la création de géoparc.

Le Maroc de par sa situation géographique est doté d'une géodiversité riche et variée qui lui a valu l'appellation «Paradis des géologues». Cette géodiversité nécessite un inventaire systématique et une évaluation pour lui permettre de jouer un rôle de levier de développement dans plusieurs régions surtout celles qui souffrent des effets liés aux changements climatiques.

Mots clés : *patrimoine géologique, géoconservation, géotourisme, géodiversité, méthodologie d'inventaire*

I. Introduction

La géodiversité, un concept relativement nouveau qui a connu son essor au début des années 1990, est un élément de la diversité naturelle qui inclue les éléments géologiques (roches, minéraux, minerais...), géomorphologiques (formes de relief, paysage...) et la paléobiodiversité (fossiles), témoins de l'évolution de notre planète depuis sa création il y'a 4.6 milliards d'années jusqu'à l'actuel. Les sols, support de la vie sur Terre, sont des produits dérivés des éléments géologiques sous l'action atmosphérique, et constituent le lien entre la lithosphère (partie abiotique) et la biosphère (partie biotique) (Figure 1). Autrement dit, beaucoup de sites géologiques (géosites) et/ou géomorphologiques (géomorphosites), constituent le socle naturel de plusieurs variétés d'espèces animales et végétales parfois menacées ou en voie de disparition.

Plus encore que la biodiversité, la géodiversité n'est pas renouvelable à l'échelle de la vie humaine. Alors que certains écosystèmes nécessitent des centaines d'années pour se réinstaller, une roche aurait besoin de plusieurs millions d'années pour se former et dans la plupart des cas, elle est non renouvelable. La géodiversité constitue donc une archive qui permet d'apprendre du passé pour comprendre les événements actuels et prédire le futur de notre planète. Ce constat a suscité une profonde réflexion sur la sélection de la géodiversité qui mérite d'être conservée. Ce processus permet la patrimonialisation de la géodiversité qui devient un patrimoine digne de conservation et de valorisation. En se référant à Davallon (2014), «la patrimonialisation est un processus socio-culturel, juridique ou politique par lequel un espace, un bien, une espèce ou une pratique devient un patrimoine digne de conservation et de valorisation». La patrimonialisation est donc un outil au service du développement des territoires.

Cet article vise à donner une idée générale sur la méthodologie de l'inventaire, de l'évaluation et de valorisation des géosites et des géomorphosites en donnant la situation du Maroc comme exemple.



Figure 1 : Quelques plantes endémiques vivant sur un sol en cours de formation dans un climat subsaharien (Anti-Atlas, Maroc)

II. Méthodologie de l'inventaire et de l'évaluation des géosites

Le passage de la géodiversité au géopatrimoine commence par un inventaire et une évaluation des valeurs scientifiques, qui constituent les valeurs centrales, et/ou des valeurs additionnelles. L'importance de ces dernières varie en fonction des objectifs de l'évaluation. La géodiversité qui est rare et/ou qui recèle d'une valeur scientifique, éducative, esthétique et culturelle est considérée comme un géopatrimoine. Ce dernier est défini comme l'ensemble des sites géologiques (géosites), géomorphologiques (géomorphosites) et d'objets géologiques (ex-situ) d'intérêt local, régional, national ou international.

Par conséquent, plusieurs méthodes d'inventaire ont été développées à l'échelle internationale pour inventorier et évaluer la géodiversité (Grandgirard, 1995; Wimbledon *et al.*, 1995; Rivas *et al.*, 1997; Alexandrowicz and Kozłowski, 1999; Panizza, 2001; Coratza and Giusti, 2005; De Wever *et al.*, 2006; Ruban, 2010; Fuertes-Gutierrez and Fernandez-Martinez, 2010; Lima *et al.*, 2010; Fassoulas *et al.*, 2012; Brilha, 2016; Sellier, 2016; Arrad *et al.*, 2020). Ces méthodes portent principalement sur l'aspect scientifique des sites (Rivas *et al.*, 1997; Grandgirard, 1999; Bonachea *et al.*, 2005; Coratza and Giusti, 2005). D'autres méthodes combinent l'évaluation de la valeur scientifique centrale et de plusieurs valeurs supplémentaires telles que les valeurs culturelles, écologiques et économiques ou les valeurs d'usage et de gestion (Panizza and Piacente, 1993; Pralong, 2005; Serrano and Gonzalez Trueba, 2005; Pereira *et al.*, 2007; Bruschi and Cendrero, 2009; Pereira and Pereira, 2010; Brilha, 2016; Reynard *et al.*, 2016). Ces méthodes d'évaluation ont été utilisées pour des inventaires régionaux ou nationaux et les résultats obtenus ont permis de proposer des alternatives de gestion pour promouvoir le géopatrimoine. Il n'existe actuellement aucun consensus sur une méthode unique et universelle (Reynard, 2009; Brilha, 2016) étant donné que chacune des méthodes privilégie un ensemble de critères par rapport à d'autres.

L'élaboration d'un inventaire du patrimoine géologique nécessite d'abord, une volonté politique et un arsenal juridique adéquat qui incite l'Etat à faire l'inventaire et qui définit les organismes exécutifs et financiers pour sa réalisation.

Si on se réfère à l'article L.411-5 du code de l'environnement français, instituant le lancement de l'inventaire du patrimoine naturel, modifié par Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 124, l'inventaire du patrimoine naturel consiste à inventorier les richesses écologiques, faunistiques, floristiques, géologiques, minéralogiques et paléontologiques. Cet article définit les tâches de toutes les parties prenantes. A ce propos, l'Etat assure la conception, l'animation et l'évaluation. Les régions sont associées à la conduite de cet inventaire dans le cadre de leurs compétences. Les collectivités territoriales peuvent contribuer à la connaissance du patrimoine naturel par la réalisation d'inventaires locaux. Ces derniers sont conduits sous la responsabilité scientifique du Muséum national d'histoire naturelle. Au Maroc, l'inventaire du géopatrimoine est coordonné par la direction de la géologie du ministère de l'énergie, des mines et de l'environnement, équivalent des services géologiques africains et européens.

Ensuite, une méthodologie d'inventaire national est élaborée puis validée, ainsi que des groupes de collaborateurs-experts sont constitués pour inventorier, faire la sélection préliminaire, étudier, décrire et délimiter les sites d'intérêts géologiques. Une sélection définitive des sites est faite suite à une évaluation de leurs valeurs scientifiques et additionnelles (écologiques, esthétiques, culturelles, éducatives, touristiques, économiques... etc). L'évaluation de leur vulnérabilité permet d'hierarchiser les besoins en matière de géoconservation. Une fois ce travail réalisé et les résultats validés, toutes ces informations sont rassemblées en fiches qui alimentent une base de données dynamique. Cette dernière constitue un outil efficace d'aide à la prise de décision.

III. La géoconservation et la valorisation du géopatrimoine

La conservation du géopatrimoine, ou la géoconservation, peut être définie comme des actions prises pour conserver, améliorer et valoriser les caractéristiques géologiques et géomorphologiques des sites (géoconservation in-situ) et des spécimens (géoconservation *ex situ*). La géoconservation peut être faite de plusieurs manières : (1) par voie réglementaire (Lois, Arrêtés de protection...), (2) par acquisition foncière par les collectivités locales, ce qui constitue le moyen le plus simple pour protéger les sites vulnérables et menacés, (3) par classement et inscription des géosites et géomorphosites qui constituent un outil de protection du patrimoine naturel et de développement de la connaissance de ce géopatrimoine. La protection physique complète les autres mesures de protection pour assurer la pérennité des sites vulnérables. En absence d'un arsenal juridique adéquat, l'implication des communautés locales, des décideurs, des gestionnaires ainsi que des visiteurs est un outil efficace de conservation. Pour cela, ils doivent être, informés sur leur géopatrimoine, sur son état, son importance, puis sensibilisés, éduqués et formés dont l'objectif final est de se l'approprier.

La nature est un tout, les enjeux de conservation d'un territoire doivent donc porter aussi bien sur le vivant que sur le non vivant, car la destruction de l'un entraîne automatiquement la disparition de l'autre. De ce fait, une stratégie de conservation intégrée permettrait en plus de la protection de toutes les composantes de la nature, leur valorisation en vue d'un développement humain et socio-économique local durable et la création d'un nouveau label, le géoparc. Ce dernier est défini comme un territoire bien délimité doté d'un géopatrimoine témoin de l'histoire de la Terre, de la vie ancienne et de l'évolution des paysages. D'une taille suffisante, ce territoire doit être muni d'une stratégie adéquate pour contribuer au développement humain et socio-économique local à travers la promotion d'une nouvelle niche touristique, le géotourisme. En se référant au Réseau Africain des Géoparcs (AGN), un géoparc est un territoire où le patrimoine géologique et géomorphologique associé à toutes les autres composantes patrimoniales est utilisé pour promouvoir un développement humain et socio-économique local durable et une paix durable sur le continent (Errami et al., 2015). Autrement dit, les géoparcs sont des outils de valorisation, de protection et de conservation du patrimoine géologique et géomorphologique. Ce sont des lieux de sensibilisation, de conscientisation et d'éducation des populations locales et des décideurs locaux pour leur permettre de répondre aux aléas de la nature (volcanisme, séismes, tsunamis, glissement de terrain, changements climatiques...), de minimiser leurs impacts en adoptant des stratégies inclusives des aménagements des territoires et d'adopter les bonnes pratiques environnementales.

Comme la majorité des géoparcs sont localisés dans les zones rurales, ils constituent à travers le géotourisme, une opportunité de développement local réduisant ainsi les inégalités entre les régions rurales et urbaines et diminuent l'exode rural.

Le géotourisme, est un terme utilisé depuis le début des années 1990, bien que ses activités précurseur remontent au 17^{ème} siècle. C'est une niche touristique relativement nouvelle avec un potentiel important pour le développement socio-économique local durable. Le géotourisme est un tourisme durable principalement axé sur les caractéristiques géologiques, qui favorisent la compréhension, l'appréciation et la conservation environnementale et culturelle. Cet objectif est atteint à travers l'élaboration de géoroutes, l'organisation des visites guidées et des géoactivités, l'interprétation du paysage (Figure 2), le geofood...etc (Newsome & Dowling, 2010). Le géotourisme est défini comme un «tourisme qui soutient et renforce l'identité d'un territoire, en prenant en considération sa géologie, son environnement, sa culture, sa beauté, son patrimoine et surtout le bien-être de sa population» Déclaration d'Arouca - Congrès international de Géotourisme (Portugal), Novembre 2011.



Géoparc Kizilcahamam-Çamlidere (Turquie)



Geoparc Chablais (France)

Figure 2 : Exemples de panneaux interprétatifs

IV. Initiatives internationales relatives au géopatrimoine

Au vu de son importance pour les objectifs de développement durable fixés par les Nations Unies et à atteindre d'ici 2030, plusieurs organisations internationales ont commencé à s'intéresser au géopatrimoine. En 2015, l'UNESCO a créé le «Programme international de géoscience et géoparcs», et a adopté le label «Géoparcs mondial de l'UNESCO». De la même manière, pour figurer sur la liste du patrimoine mondial, un site doit satisfaire au moins un critère parmi les dix critères de sélection définis dans les orientations guidant la mise en œuvre de la Convention du patrimoine mondial. Cependant, sur les dix critères, seulement un est dédié au géopatrimoine. Ce dernier stipule qu'un site peut être classé patrimoine mondial s'il satisfait les conditions suivantes à savoir «être des exemples éminents représentatifs des grands stades de l'histoire de la terre, y compris le témoignage de la vie, des processus géologiques en cours dans le développement des formes terrestres ou d'éléments géomorphologiques ou physiographiques ayant une grande signification (Article VIII).

L'Union Internationale des Sciences Géologiques (IUGS), qui encourage la coopération internationale dans le domaine des sciences de la Terre en lien avec la société, a créé, en 2016, la Commission Internationale sur le Géopatrimoine. Cette dernière permet à l'union de collaborer activement avec les autres initiatives mondiales liées au géopatrimoine. Toutefois, l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (IUCN) qui est surtout dédiée à la conservation de la biodiversité, commence à prendre conscience de l'importance d'une gestion intégrée du patrimoine naturelle avec ses composantes biotiques et abiotiques, et a initié un groupe de spécialistes en géopatrimoine «IUCN WCPA Geoheritage Specialist Group (GSG)». Ce dernier fournit des conseils spécialisés sur tous les aspects de la géodiversité en relation avec les aires protégées et leur gestion.

Egalement, plusieurs organisations et réseaux régionaux, nationaux et internationaux ont vu le jour durant les dernières décennies et ont pour objectifs la recherche, la formation et la valorisation du géopatrimoine tels que le Réseau Africain des Géoparcs, PROGEO...

V. Situation au Maroc

Le Maroc est un pays qui, doté d'une géodiversité remarquable de ses paysages et de ses formations géologiques, qui s'étend sur plus de trois milliards d'années. Sa géologie reflète son évolution sédimentologique, magmatique et tectono-métamorphique avec différents témoins de subduction, d'obduction, des séquences stratigraphiques, des niveaux fossilifères et des paysages splendides associés à un patrimoine culturel riche et diversifié intégré dans son environnement (Figures 2, 3, 4, 5).

L'inventaire de ces caractéristiques géologiques permettra de promouvoir le géopatrimoine et la géoconservation au Maroc. Cette dernière est mieux assurée après l'attribution des valeurs géopatrimoniales de ces caractéristiques, l'identification des sites de valeurs ou d'intérêts particuliers, ou en considérant les sites comme un ensemble géologique intégré qui a besoin d'être protégé dans le cadre des géoparcs (Errami et *al.*, 2015).

Le Maroc accorde une place privilégiée au tourisme de la nature dans sa politique de développement touristique. La vision 2020, portant sur la stratégie de développement touristique, est structurée en six programmes qui privilégient le tourisme durable. Le programme Eco/Développement durable, qui vise à valoriser les ressources naturelles et rurales tout en les préservant, est en parfaite adéquation avec les concepts du géotourisme. Le développement durable répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. Dans un contexte de changement climatique où la flore et la faune sont fortement menacées, il est donc devenu impératif d'intégrer le géotourisme en particulier dans les régions naturellement riches et socio- économiquement pauvres.



Figure 2a : Rides de courant exposées dans des roches néoprotérozoïques de l'Anti-Atlas central (Maroc). Ces rides témoignent de l'action de la houle sur une plage qui date de 800 millions d'années



Figure 2b : Stromatolithes néoprotérozoïques (Anti-Atlas oriental), les plus anciennes traces de vie décrites au Maroc et qui datent de 580 millions d'années



Figure 2c : Les ophiolites néoprotérozoïques de Bou-Azzer, témoin de la présence d'un océan il y a 760 millions d'années dans l'Anti-Atlas central (Maroc)



Figure 2d : Roches glaciaires ou diamicrites néoprotérozoïques de l'Anti-Atlas Central (Maroc). Ces roches témoignent d'une période glaciaire il y'a 590 millions d'années dans une zone actuellement sous un climat subsaharien



Figure 2e : Calcaire à orthocères d'Erfoud d'âge Dévonien, témoin de l'abondance de la vie marine il y'a plus de 400 millions d'années dans le Sud-Est du Maroc



Figure 2f : Echinodermes du Jorf Lihoudi (Sud de Safi), témoin du retrait de la mer atlantique pendant le Plio-quaternaire



Figure 3 : Dépôts ordoviciens du synclinal perché du Jbel Kissane (Agdz, Maroc)



Figure 4 : La Kasbah d'Aït-Ben-Haddou, classée patrimoine de l'UNESCO en 1987, est située dans la province de Ouarzazate au sud de la chaîne alpine du Haut-Atlas, est un exemple de construction en terre (matériaux locaux) du sud marocain



Figure 5 : Les dunes de sables de Merzouga (Sud-Est du Maroc)

En revanche, le Maroc ne possède aucun inventaire de son géopatrimoine ni régional, ni national, à l'exception de quelques inventaires locaux réalisés dans le cadre d'un nombre limité de travaux de recherche. Le Maroc ne dispose pas non plus de lois relatives à l'inventaire du géopatrimoine. Toutefois, la loi n°33-13, relative aux mines, adoptée en 2015, stipule dans son article 116 que l'extraction, la collecte et la commercialisation des spécimens minéralogiques, fossilifères et des météorites sont subordonnées à l'octroi d'une autorisation délivrée par l'administration, selon les modalités fixées par voie réglementaire. En 2019, le projet de décret N°2-19-968 portant application de l'article 116 réglemente et organise les activités relatives à l'extraction, la collecte et la commercialisation des spécimens minéralogiques, des fossiles et des météorites.

Il est à noter que malgré que plusieurs sites ont le potentiel d'être érigé en géoparcs, le Maroc est doté d'un seul géoparc, le géoparc de M'goun situé dans le Haut-Atlas central. Il est le premier à être labellisé Géoparc mondial de l'UNESCO en 2014 à l'échelle du continent africain. Le géoparc de M'goun est connu par une géodiversité riche et variée qui remonte au Trias, il y a de cela 250 millions d'années. Elle est caractérisée par l'Atlasaurus, dinosaure du Jurassique moyen et le Tazoudasaurus naima, dinosaure du Jurassique inférieur dont les restes ont été découvertes respectivement en 1981 et 1998, des pistes d'empreintes de dinosaures, des paysages caractéristiques (Lac Bin El Ouidane, cascades d'Ouzoud, pont naturel d'Imin-Ifri et la vallée des Aït Bouguemaz) en plus des sites archéologiques et des sites écologiques (Figure 6).



Panneau indiquant le Géoparc de M'Goun
© M. Boutakiout



Lac Bin El Ouidane (Haut-Atlas, Maroc)
© F. El Bchari

Figure 6 : Géoparc de M'Goun (Haut-Atlas central, Maroc)

D'autant plus, aucun autre géosite ou géomorphosite n'est officiellement classé au Maroc. Néanmoins, le géosite d'Anza, situé à quelques kilomètres au nord d'Agadir, est un site qui a été valorisé par les communautés locales en collaboration avec l'Association Marocaine d'Orientation et de la Recherche Scientifique (Figure 7). Il est le premier site d'âge Crétacé supérieur (Santonien), découvert au Maroc. Il est à noter que les sites à empreintes de pas de dinosaures sont très rares durant cet étage, le géosite d'Anza est donc l'un des rares en Afrique et même au monde.



Figure 7 : Site d’Anza © M. Masrouf
Traces de pas de dinosaures **Panneau interprétatif**

VI. Discussion et conclusion

L’inventaire de la géodiversité d’un territoire permet de patrimonialiser et de sélectionner les géosites et les géomorphosites qui ont une importance scientifique, touristique, éducative... etc, et qui seront considérés comme géopatrimoine digne de protection et de valorisation. Ce processus aide à conscientiser les communautés locales et les décideurs locaux sur l’importance du géopatrimoine, des géoparc et du géotourisme tant que potentiels leviers de développement humain et socio-économique local durable (Figure 8). Il est à noter que la plus part des pays de l’Afrique et du Moyen-Orient sont au stade de patrimonialisation et qu’aucun pays n’a effectué un inventaire national de son géopatrimoine. Néanmoins, ce continent est doté de deux géoparc labellisés Géoparc mondial de l’UNESCO, le géoparc de M’goun au Maroc et le géoparc de Ngorongoro Lengai en Tanzanie.

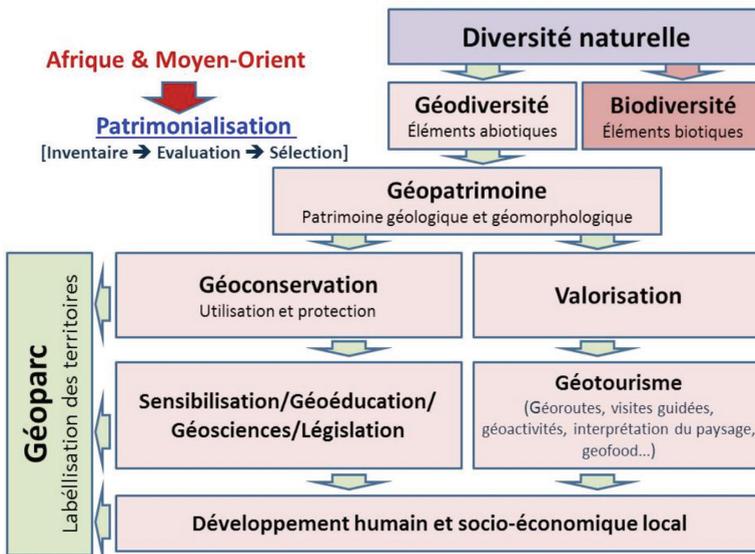


Figure 8 : Synthèse des concepts liés au géopatrimoine (Modifié d’après Bétard, 2017)

Fort de ses atouts naturels, surtout sa géodiversité et son géopatrimoine, le Maroc doit tirer profit de son patrimoine naturel pour repenser son modèle de développement local surtout dans un contexte de changement climatique global.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement Prof. Nasser Ennih, membre de l'équipe de Géodynamique, Géo-éducation et Patrimoine Géologique (EGGPG) de la Faculté des Sciences de l'Université Chouaïb Doukkali d'El Jadida, et Prof. Patrick De Wever du Muséum National d'Histoire Naturelle (France) pour le fructueux échange. Nous remercions aussi les Professeurs Fatima El Bchari, Mohamed Boutakiout et Moussa Masrouf d'avoir mis les photos du géoparc de M'goun et du site d'Anza à notre disposition. Nous tenons à présenter nos sincères remerciements à l'équipe éditoriale de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques pour faire aboutir ce volume spécial sur le géopatrimoine.

Références

- Alexandrowicz, Z. and Kozłowski, S. 1999. From Selected Geosites to Geodiversity Conservation - Polish Example of Modern Framework. In *Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millennium*. In D. Baretino, M. Vallejo & E. Callego Eds. Madrid (Spain), Volume: III International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage. pp. 40-44, DOI:10.13140/2.1.4950.2728
- Arrad, T.Y., Errami, E. Ennih, N., Ouajhain, B., Ettachfini, E.M., Bouaouda, M.S. 2020. From geoheritage inventory to geotourism and geoeducation implications: Insight from Jbel Amsittene (Essaouira province, Morocco)". *Journal of African Earth Sciences*, Vol.161. In E. Errami, Z. Hamimi, N. Ennih, B.S. Nabawy, & J. Brilha Eds. Special issue entitled "Earth Sciences for Society: Case studies from Africa and beyond". *in press*.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103656
- Bétard, F. 2017. Géodiversité, biodiversité et patrimoines environnementaux : De la connaissance à la conservation et à la valorisation. Université Sorbonne Paris. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. 272p.
- Bonachea, J., Bruschia, V.M., Remond, J., González-Díeza, A. Salas, L., Bertens, J., Cendrero, A., Otero, C., Giusti, C., Fabbri, A., González-Lastrad, J.R.; Aramburu, J.M. 2005. An approach for quantifying geomorphological impacts for EIA of transportation infrastructures: a case study in northern Spain. *Geomorphology*, Vol.66/1-4, pp. 95-117. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.09.008>
- 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
- Bruschi, V.M., Cendrero, A. 2009. Direct and parametric methods for the assessment of geosites and geomorphosites. In: Reynard E, Coratza P, Regolini-Bissig G (eds) *Geomorphosites*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. Section II, pp 73-88.

- Coratza, P., Giusti C. 2005. Methodological proposal for the assessment of scientific quality of geomorphosites. *Italian Journal of Quaternary Sciences*, Special Vol. 18(1): 307-313.
- Davallon, J. 2014. À propos des régimes de patrimonialisation : enjeux et questions. *Patrimonialização e sustentabilidade do património: reflexão e prospectiva*, Nov 2014, Lisboa, Portugal. ffhalshs-01123906f
- De Wever, P., Le Nechet, Y., Cornée, A. 2006. Vade-mecum pour l'inventaire national du patrimoine géologique. *Mémoire H-S de la Société Géologique de France*, 12, 162 p.
- Errami, E., Schneider, G., Ennih, N., Randrianaly, H.N., Bendaoud, A., Noubhani, A., Norman, N., Allan, M., Vasconcelos, L., Costa, L., Al-Wosabi, M., Al-Subbary, A., Mabvuto-Ngwira, P., Okunlola, G., Lawal Halliru, S., Andrianaivo, L., Siby, S., Ketchemen, B., Gauly, M., Hassine, M., Azki, F., Tea, J., Lattrache, K., Omulo, M., Bobrowsky, P. 2015. Geoh heritage and geoparks in Africa and the Middle-East: challenges and perspectives. In: Errami, E., Brocx, M., Semeniuk, V. (Eds.), *Geoh heritage to Geoparks: Case Studies from Africa and beyond*. Springer Verlag, 978-3-319-10707-3, pp. 3-23. <https://doi.org/10.1007/s00445-015-0994-z>
- Fassoulas, C., Mouriki, D., Dimitriou-Nikolakis, P., Iliopoulos, G. 2012. Quantitative assessment of geotopes as an effective tool for geoh heritage management. *Geoh heritage*, 4(3):177-193. DOI:10.1007/s12371-011-0046-9
- Fuertes-Gutiérrez, I., Fernández-Martínez, E. 2010. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoh heritage into regional environmental management. *Geoh heritage*. 2(1-2) :57-75. DOI: 10.1007/s12371-010-0012-y
- Grandgirard, V. 1995. Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques, Vol. 10. *Cahiers de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, Ukpik, pp 121-137.
- Grandgirard, V. 1999. L'évaluation des géotopes. *Geologia Insubrica*, 4, 59-66.
- Lima, F.F., Brilha, J.B., Salamuni, E. 2010. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoh heritage*. 2(3-4):91-99. DOI:10.1007/s12371-010-0014-9
- Newsome, D. and Dowling, R. 2010. Setting an agenda for geotourism. In D. Newsome & R. Dowling (Eds.), *Geotourism: The tourism of geology and landscape*, pp.4-5. Oxford: Goodfellow Publishers.
- Panizza, M. 2001. Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese science bulletin*. 46(Suppl. v.) :4-6.
- Panizza, M. and Piacente, S. 1993. Geomorphological assets evaluation. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl. Bd. 87, 13-18.

- Pereira, P., Pereira, D. 2010. Methodological guidelines for geomorphosite assessment. *Geomorphologie, relief, processus, environnement*, vol. 16 - n° 2, pp. 215-222. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.7942>
- Pereira P, Pereira DI, Alves M.I.C. 2007. Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). *Geographica Helvetica*. 62, 159-168.
- Pralong, J.P., Reynard, E. 2005. A proposal for the classification of geomorphological sites depending on their tourist value. *Quaternario* 18(1): 315-321
- Reynard, E. 2009. The assessment of geomorphosites. In: Reynard E, Coratza P, Regolini-Bissig G (eds) *Geomorphosites*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munchen, pp: 63-71.
- Reynard, E., Coratza, P., Hoblé, F. 2016. Current Research on Geomorphosites. *Geoheritage*, 8:1-3. <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0174-3>
- Rivas, V., Rix, K., Frances, E., Cendrero, A., Brunsten, D. 1997. Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources. *Geomorphology*. 18: 169-182. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(96\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(96)00024-4)
- Ruban, D.A. 2010. Quantification of geodiversity and its loss. *Proceeding of Geological Association* 121(3):326-333. DOI: 10.1016/j.pgeola.2010.07.002
- Sellier, D. 2016. A deductive method for the selection of geomorphosites: Application to Mont Ventoux (Provence, France). *Geoheritage* 8 (1):15-29.
- Serrano, E. et Gonzalez Trueba, J.J. 2005. Évaluation des géomorphosites dans les espaces naturels protégés : le Parc National des Picos de Europa (Espagne). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, pp. 197-208.
- Wimbledon, W.A., Benton, M.J., Bevins, R.E., Black, G.P., Bridgland, D.R., Cleal, C.J., Cooper, R.G., May, V.J. 1995. The development of a methodology for the selection of British Geological sites for geoconservation: part 1. *Mod. Geol.* 20:159-202.