

Fondements théoriques, approches éducatives, défis et perspectives de développement de l'éducation au patrimoine géologique : une revue systématique de la littérature PRISMA

Theoretical Foundations, Educational Approaches, Challenges, and Prospects for the Development of Geological Heritage Education: A PRISMA-Compliant Systematic Literature Review.

Auteur 1 : TOUFGA Soukaina.

Auteur 2 : NAJOUI Khalid.

Auteur 3 : SELMAOUI Sabah,

TOUFGA Soukaina (Doctorante, Laboratoire LIRDEF)
Université Cadi Ayyad, Ecole Normale Supérieure, Marrakech

NAJOUI Khalid (PES, Laboratoire LIRDEF)
CRMEF Tanger-Tétouan –Al Hoceima

SELMAOUI Sabah (PES, Laboratoire LIRDEF)
Université Cadi Ayyad, Ecole Normale Supérieure, Marrakech

Déclaration de divulgation : Ce travail est sponsorisé par le CNRST à travers le Phd Associate Scholarship (PASS)

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : TOUFGA, S., NAJOUI, K., SELMAOUI, S (2026) « Fondements théoriques, approches éducatives, défis et perspectives de développement de l'éducation au patrimoine géologique : une revue systématique de la littérature PRISMA », African Scientific Journal « Volume 03, Num 37 » pp: 1150 – 1168.



DOI : 10.5281/zenodo.21835096
Copyright © 2026 – ASJ



Résumé

Face à l'intérêt croissant accordé à l'éducation au patrimoine géologique, le sujet de cet article traite les fondements théoriques, les approches éducatives, les défis et les perspectives de développement de l'éducation au patrimoine géologique, à travers une revue systématique de la littérature. L'objectif de l'étude est de fournir une synthèse méthodique et actualisée des connaissances scientifiques relatives à l'éducation au patrimoine géologique, d'identifier les principaux cadres théoriques et approches éducatives mobilisées, ainsi qu'à analyser les défis et les perspectives liés à son intégration dans les pratiques éducatives. La méthodologie adoptée repose sur le protocole PRISMA, fondé sur des critères d'inclusion et d'exclusion prédéfinis. Le corpus d'étude est constitué de travaux de recherche publiés entre 2002 et 2025 dans des revues indexées, couvrant à la fois le contexte national marocain et le contexte international. Les résultats montrent que l'éducation au patrimoine géologique représente un levier majeur pour le développement de la culture géoscientifique, la sensibilisation à la valeur du patrimoine géologique et la formation d'un apprenant-citoyen capable de préserver et de valoriser son patrimoine géologique local. Toutefois, la littérature met en évidence des défis institutionnels et pédagogiques qui freinent son intégration effective dans les pratiques d'enseignement-apprentissage. À la lumière de ces résultats, nous soulignons la nécessité de renforcer les politiques éducatives, la formation des enseignants, et le développement de ressources pédagogiques adaptées afin de favoriser l'intégration durable et réussie de l'éducation au patrimoine géologique.

Mots clés

Patrimoine géologique, éducation au patrimoine géologique, approches éducatives, revue de littérature, PRISMA.

Abstract

In light of the growing interest in geological heritage education, this article examines the theoretical foundations, educational approaches, challenges, and prospects for the development of geological heritage education through a systematic review of the literature. The objective of the study is to provide a methodical and up-to-date synthesis of scientific knowledge related to geological heritage education, to identify the main theoretical frameworks and educational approaches used, and to analyze the challenges and prospects associated with its integration into educational practices. The methodology adopted follows the PRISMA protocol, based on predefined inclusion and exclusion criteria. The study corpus consists of research papers published between 2002 and 2025 in indexed journals, covering both the Moroccan national context and the international context. The results show that education on geological heritage is a major driver for the development of geoscientific literacy, raising awareness of the value of geological heritage, and fostering a citizen-learner capable of preserving and promoting their local geological heritage. However, the literature highlights institutional and pedagogical challenges that hinder its effective integration into teaching and learning practices. In light of these results, we emphasize the need to strengthen educational policies, teacher training and the development of appropriate educational resources to promote the sustainable and successful integration of education on geological heritage.

Keywords

Geological heritage, geological heritage education, educational approaches, literature review, PRISMA.

Introduction

Le patrimoine géologique est aujourd'hui reconnu comme une composante fondamentale du patrimoine naturel mondial. Il regroupe l'ensemble des formations géologiques, des paysages, des fossiles, des minéraux, des structures tectoniques et des phénomènes géomorphologiques qui témoignent de l'évolution de la Terre. Le patrimoine géologique possède une valeur scientifique, éducative, culturelle et paysagère qui dépasse largement son intérêt économique (Brilha et al., 2012). Il constitue une mémoire de la planète dont la préservation constitue un enjeu majeur pour les générations futures.

Depuis les années 1990, les instances internationales, notamment l'UNESCO, l'Union internationale des sciences géologiques (IUGS) et le réseau mondial des Géoparcs, ont développé des initiatives visant à promouvoir la géoconservation et la valorisation des géosites. Ces démarches partent du principe que la protection du patrimoine géologique ne peut être efficace sans une éducation adaptée des populations. Dans ce sens, la géoéducation apparaît comme un levier essentiel pour développer la culture scientifique, favoriser la compréhension des processus naturels et encourager des comportements responsables (Giardino et al., 2022).

Le Maroc constitue un territoire particulièrement remarquable sur le plan géologique. Il présente une diversité exceptionnelle de structures géologiques, le résultat d'une longue histoire géodynamique. Cette richesse a conduit à la reconnaissance internationale de plusieurs territoires, tel que le géoparc M'Goun, premier géoparc mondial UNESCO en Afrique, attestant l'importance du géopatrimoine marocain (El Hassani, 2022).

Dans le contexte actuel marqué par les défis du changement climatique, de la dégradation des paysages naturels, de l'exploitation intensive des ressources minérales et des objectifs du développement durable, intégrer l'éducation au patrimoine géologique dans les programmes scolaires, devient une nécessité scientifique, environnementale et citoyenne (Audigier, 2012).

C'est dans cette perspective que s'inscrit le sujet de la présente étude, qui propose une revue systématique de la littérature consacrée à l'analyse des fondements théoriques, des approches éducatives, des défis et des perspectives de développement de l'éducation au patrimoine géologique. L'objectif principal est de réaliser une synthèse méthodique et actualisée de la littérature scientifique relative à ce champ de recherche, et d'en identifier les principaux apports et les limites. Pour y atteindre, la méthodologie est conduite selon le protocole PRISMA, que nous avons élaboré suite aux lignes directrices de ce protocole méthodologique rigoureux.

Le choix de l'approche méthodologique PRISMA est justifié par :

- ◆ Un champ de recherche en plein essor à l'échelle internationale (Gray, 2013)

L'éducation au patrimoine géologique suscite un intérêt scientifique croissant à l'échelle mondiale, comme en témoigne l'augmentation des recherches menées dans des contextes géographiques, éducatifs et culturels variés. Face à cette diversité de travaux, une revue systématique selon le protocole PRISMA permet de rassembler et d'analyser de manière structurée les connaissances produites.

- ◆ Structurer une vision globale de la production scientifique internationale (Moher et al, 2009)

Le recours à la méthode PRISMA permet de conduire une revue de littérature selon un protocole explicite reposant sur des critères d'inclusion et d'exclusion prédéfinis. Cette démarche garantit une sélection transparente des études et favorise l'élaboration d'une synthèse méthodique, et permet également de répondre à notre objectif d'étude.

- ◆ Identifier les principales tendances scientifiques de la thématique

La revue systématique facilite l'identification des évolutions du champ de recherche, notamment les principaux fondements théoriques, les approches éducatives privilégiées dans l'éducation au patrimoine géologique, ainsi que les orientations méthodologiques adoptées par les chercheurs.

- ◆ Mettre en évidence les lacunes de la littérature scientifique

L'analyse systématique des travaux publiés ne se limite pas à mettre en valeur les acquis scientifiques ; elle permet également d'identifier les insuffisances, les questions encore peu explorées, les limites méthodologiques et les contextes insuffisamment étudiés. Ces lacunes constituent des pistes essentielles pour orienter les recherches futures.

- ◆ Contribuer au développement de la recherche dans le domaine (Brilha, 2018)

En proposant une vision globale de la littérature, la méthode PRISMA permet de faire ressortir les dimensions encore non étudiées, et par la suite formuler des recommandations et de dégager des perspectives de recherche susceptibles d'enrichir les connaissances scientifiques.

1. Cadre conceptuel et théorique

1.1. Le patrimoine géologique : définitions et concepts fondamentaux

Aujourd'hui, Le patrimoine géologique constitue un domaine de recherche en plein essor Il se trouve au carrefour de plusieurs champs de recherche, notamment la paléontologie, la stratigraphie, la sédimentologie, la minéralogie, la pétrologie, la géomorphologie, l'hydrogéologie, l'archéologie, le géotourisme... Son émergence résulte d'une évolution progressive des préoccupations scientifiques, qui ne se limitent plus uniquement à l'exploitation

des ressources géologiques, mais s'étendent à leur conservation, leur valorisation et leur transmission aux générations futures (Gray, 2013 ; UNESCO, 2021).

Le patrimoine géologique désigne l'ensemble des éléments géologiques présentant une valeur scientifique, éducative, culturelle, esthétique ou économique remarquable, justifiant leur conservation et leur transmission. Il inclut les affleurements rocheux, les formations géomorphologiques, les structures tectoniques, les gisements fossilifères, les grottes, les dunes, et les paysages géologiques qui témoignent de l'évolution de la Terre (Brilha, 2016).

Barthes et son équipe ont signalé que les éléments du patrimoine dépassent largement la simple approche descriptive des objets géologiques, ils constituent des archives naturelles permettant de comprendre les grands processus géodynamiques qui ont façonné la planète depuis plus de 4,5 milliards d'années (Barthes et al., 2016).

Dans cette perspective, le concept de géodiversité occupe une place centrale. Gray (2013) définit la géodiversité comme la diversité naturelle des roches, des minéraux, des fossiles, des reliefs, des sols et des processus géologiques qui composent la surface terrestre. À l'instar de la biodiversité, elle constitue une ressource indispensable au fonctionnement des écosystèmes, à l'aménagement des territoires et au développement des sociétés humaines. Les composantes géologiques influencent directement la formation des paysages, la disponibilité des ressources en eau, la fertilité des sols, les activités agricoles, l'exploitation minière ainsi que les risques naturels.

La reconnaissance de cette diversité a conduit au développement du concept de géoconservation, qui regroupe l'ensemble des stratégies visant à protéger, gérer et valoriser les éléments du patrimoine géologique. Selon Brilha (2018), la géoconservation ne se limite pas à la préservation physique des géosites ; elle implique également leur inventaire, leur évaluation scientifique, leur protection juridique, leur gestion durable ainsi que leur valorisation auprès du public. Cette approche intégrée répond à une double exigence : préserver les ressources géologiques d'intérêt patrimonial tout en favorisant leur appropriation par les populations locales.

Un autre concept fondamental est celui de géotourisme, défini comme une forme de tourisme durable centrée sur la découverte et l'interprétation du patrimoine géologique. Contrairement au tourisme classique, le géotourisme met l'accent sur la compréhension scientifique des paysages, la sensibilisation environnementale et la participation des communautés locales au développement territorial (Rodrigues et al., 2023).

Ces différents concepts convergent vers une vision globale du patrimoine géologique comme ressource scientifique, éducative et culturelle. Ils soulignent que la conservation des géosites ne peut être dissociée des actions de sensibilisation et d'éducation destinées à développer une culture géoscientifique auprès des citoyens (Tsipra et Drinia, 2025). En effet, la préservation durable des patrimoines naturels dépend largement de la capacité des sociétés à comprendre leur valeur, à reconnaître leur fragilité et à adopter des comportements responsables envers leur environnement.

Tous ces concepts sont étroitement interdépendants et constituent les fondements de l'éducation au patrimoine géologique (Audigier, 2012). La géodiversité représente la base naturelle du patrimoine géologique, dont la préservation est assurée par la géoconservation, tandis que le géotourisme contribue à sa valorisation. La géoéducation joue un rôle transversal en articulant ces différentes dimensions à travers la transmission des connaissances, la sensibilisation et le développement de comportements responsables. Bien que chacun de ces concepts possède des objectifs spécifiques, ils convergent vers une finalité commune : favoriser la connaissance, la conservation, la valorisation et la transmission durable du patrimoine géologique, faisant ainsi de l'éducation au patrimoine géologique le cadre intégrateur qui les fédère au service du développement durable (Brilha, 2016).

1.2. Les fondements de l'éducation au patrimoine géologique : approches pédagogiques et développement durable

L'éducation au patrimoine géologique s'inscrit dans le champ plus large de l'éducation relative à l'environnement et de l'éducation au développement durable. Elle vise à développer chez les apprenants des connaissances scientifiques solides sur les géosciences, mais également des attitudes responsables favorisant la protection, la gestion durable et la valorisation des patrimoines naturels (Audigier, 2007).

Selon l'UNESCO (2021), la géoéducation repose sur une approche interdisciplinaire qui mobilise les sciences de la Terre, la géographie, la biologie, l'histoire, l'écologie et les sciences sociales afin de permettre une compréhension globale des territoires. Elle privilégie les apprentissages contextualisés, fondés sur l'observation directe des paysages, l'investigation scientifique et la résolution de problèmes environnementaux.

Les fondements théoriques de cette approche trouvent leurs origines dans les travaux du constructivisme de Piaget (1970), du socioconstructivisme de Vygotski (1978) et de l'apprentissage expérientiel développé par Kolb (1984). Ces approches considèrent que les connaissances se construisent à travers l'interaction entre l'apprenant et son environnement.

Dans le domaine des géosciences, cette interaction se traduit principalement par les sorties de terrain, les observations de paysages, les travaux pratiques et les activités d'investigation.

Les recherches montrent que les activités de terrain constituent l'un des dispositifs pédagogiques les plus efficaces pour l'enseignement du patrimoine géologique (El Hadi et al., 2015). Elles permettent aux élèves de mobiliser leurs connaissances théoriques dans des situations authentiques, d'observer directement les phénomènes géologiques et de développer des compétences scientifiques telles que l'observation, l'interprétation, la formulation d'hypothèses et l'argumentation. Elles favorisent également le développement d'une sensibilité environnementale difficilement accessible par un enseignement exclusivement en classe.

Parallèlement, les technologies numériques ouvrent de nouvelles perspectives pour la géoéducation. Les systèmes d'information géographique (SIG), les modèles numériques de terrain, la réalité virtuelle, les applications mobiles de géolocalisation et les plateformes interactives permettent aujourd'hui de rendre le patrimoine géologique plus accessible aux enseignants et aux apprenants (Lukic et al., 2016). Ces outils complètent les observations de terrain et facilitent l'interprétation des phénomènes géologiques complexes.

2. Méthodologie

L'objectif de cette étude est d'analyser les fondements théoriques, les pratiques pédagogiques et les perspectives de développement de l'éducation au patrimoine géologique à travers une revue analytique de la littérature scientifique. À l'instar des recherches récentes consacrées aux sciences de l'éducation et à la valorisation du patrimoine, cette étude adopte une approche documentaire qualitative permettant de synthétiser les connaissances existantes, d'identifier les tendances majeures de la recherche et de mettre en évidence les lacunes qui subsistent dans ce domaine. Cette démarche se tend à former d'une vision globale, et internationale des travaux consacrés à la géoéducation, à la géoconservation et aux dispositifs pédagogiques.

2.1. Démarche de recherche documentaire

La recherche documentaire repose sur une revue analytique de la littérature scientifique consacrée au patrimoine géologique, à la géoéducation, à la géoconservation et à l'éducation au développement durable. L'objectif est de proposer une synthèse permettant d'identifier les principaux concepts, les approches pédagogiques et les résultats des recherches portant sur l'éducation au patrimoine géologique, avec une attention particulière portée au contexte marocain.

Les publications consultées proviennent de plusieurs bases de données scientifiques reconnues, notamment Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, ERIC et IMIST. Ces

plateformes couvrent les domaines des géosciences, des sciences de l'éducation, de la géographie, de l'environnement et de la gestion du patrimoine. Elles permettent d'accéder à des articles évalués par les pairs, des ouvrages académiques, des actes de colloques ainsi qu'à des rapports institutionnels.

La recherche documentaire a également intégré des publications émanant des instances internationales tels que l'UNESCO, l'Union internationale des sciences géologiques (IUGS), l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et le Global Geoparks Network, ils constituent des références majeures dans les domaines de la géoconservation et de la géoéducation (Gordon, 2018).

La période de publication retenue couvre principalement les années 2000 à 2025, correspondant à une phase de développement important des recherches internationales sur les géoparcs, la géoconservation et la valorisation pédagogique du patrimoine géologique (Audigier, 2007). Toutefois, plusieurs travaux fondateurs antérieurs ont également été mobilisés lorsqu'ils présentent un intérêt conceptuel majeur, qui nourrit cette étude.

Les recherches bibliographiques ont été effectuées à partir d'une combinaison de mots-clés en français et en anglais, notamment : patrimoine géologique, géodiversité, géoconservation, géoéducation, géotourisme, géoparc, enseignement des géosciences, éducation au développement durable, géoheritage, les éducation à...

2.2. Critères de sélection des publications

Les documents retenus ont été sélectionnés selon des critères garantissant leur pertinence scientifique et leur adéquation avec les objectifs de la recherche.

Ont été inclus :

- Les articles scientifiques publiés dans des revues internationales à comité de lecture ;
- Les ouvrages académiques portant sur le patrimoine géologique, la géoconservation et la géoéducation ;
- Les rapports scientifiques publiés par des organisations internationales (UNESCO, IUGS, UICN, ProGEO) ;
- Les travaux universitaires portant sur le patrimoine géologique marocain ;
- Les études consacrées aux Géoparcs mondiaux UNESCO et aux approches pédagogiques de valorisation des géosites.

À l'inverse, plusieurs catégories de documents ont été exclues :

- Les publications à caractère exclusivement touristique ou promotionnel ne présentant aucune analyse scientifique ;
- Les documents dépourvus de méthodologie explicite ;
- Les travaux portant uniquement sur la géologie descriptive sans lien avec les dimensions patrimoniales ou éducatives ;
- Les études consacrées exclusivement à l'exploitation minière ou aux ressources naturelles sans aborder les questions de conservation ou d'éducation.

2.3. Démarche d'analyse des données documentaires

Les publications sélectionnées ont fait l'objet d'une analyse qualitative fondée sur une démarche d'analyse thématique. Cette méthode consiste à identifier les principaux thèmes récurrents présents dans la littérature afin de construire une synthèse cohérente des connaissances disponibles.

Dans un premier temps, les documents ont été classés selon leur nature (articles scientifiques, ouvrages, rapports institutionnels, études de cas) puis selon leur objet principal (patrimoine géologique, géoéducation, géoconservation, géotourisme ou développement durable).

Dans un second temps, une lecture approfondie a permis d'extraire les concepts centraux, les approches pédagogiques mobilisées, les dispositifs éducatifs décrits, les résultats obtenus ainsi que les recommandations formulées par les différents auteurs.

Cette analyse a conduit à structurer les résultats autour de quatre axes principaux :

- Les fondements scientifiques de l'éducation au patrimoine géologique ;
- Les pratiques pédagogiques développées dans les établissements scolaires, les universités et les géoparcs ;
- Les apports éducatifs, environnementaux et socio-économiques de la géoéducation

L'analyse comparative des différentes publications a également permis d'identifier les convergences et les divergences entre les approches internationales et les réalités marocaines. Cette confrontation met en évidence les avancées réalisées dans plusieurs pays en matière de géoéducation, tout en soulignant les défis spécifiques auxquels le Maroc demeure confronté, notamment l'intégration limitée du patrimoine géologique dans les curricula scolaires, l'insuffisance des ressources pédagogiques spécialisées et le besoin de renforcer la formation initiale et continue des enseignants.

3. Résultats : Apports de l'éducation au patrimoine géologique

L'analyse de la littérature scientifique met en évidence que l'éducation au patrimoine géologique constitue aujourd'hui un levier fondamental pour la connaissance, la conservation et la valorisation des ressources géologiques. Les recherches consacrées à la géoéducation montrent que les dispositifs pédagogiques développés dans différents contextes éducatifs permettent non seulement de renforcer les connaissances en géosciences, mais également de développer une conscience environnementale, une citoyenneté responsable et un attachement durable aux territoires (Audigier, 2017 ; Gray et al, 2013). Bien que les expériences marocaines demeurent relativement limitées, elles s'inscrivent dans une dynamique internationale portée par les Géoparcs mondiaux UNESCO et les politiques d'éducation au développement durable (Selmaoui et al., 2018).

L'analyse des publications retenues permet d'identifier trois principaux axes d'apports : le développement des connaissances géoscientifiques, la sensibilisation à la conservation du patrimoine géologique et la valorisation territoriale à travers des approches pédagogiques innovantes.

3.1. Développement des connaissances géoscientifiques et de la culture scientifique

L'un des principaux résultats mis en évidence par la littérature concerne la contribution de l'éducation au patrimoine géologique au développement des connaissances scientifiques des apprenants. Les auteurs s'accordent à reconnaître que l'étude des géosites permet d'aborder les sciences de la Terre de manière concrète, contextualisée et interdisciplinaire. Contrairement à un enseignement exclusivement théorique, l'observation directe des formations géologiques favorise une meilleure compréhension des processus géodynamiques, de l'histoire de la Terre et des interactions entre les différentes composantes de l'environnement (Brilha, 2016 ; Gray, 2013).

Les activités pédagogiques menées sur le terrain constituent à cet égard un outil privilégié d'apprentissage. Les sorties géologiques, les excursions scientifiques, les visites de géoparcs et les observations des paysages permettent aux élèves de mobiliser simultanément des compétences d'observation, de description, d'analyse et d'interprétation. Cette approche favorise l'apprentissage actif en plaçant les apprenants dans des situations authentiques où ils construisent progressivement leurs connaissances à partir de phénomènes réels (Habibi et al., 2023).

Dans le contexte marocain, plusieurs études soulignent que la richesse géologique nationale constitue un support pédagogique exceptionnel. Les chaînes de l'Atlas, les bassins

sédimentaires, les formations volcaniques du Moyen Atlas, les gorges du Dadès et du Todgha, les dunes sahariennes ou encore les nombreux gisements fossilifères offrent une diversité remarquable de situations d'apprentissage. Ces espaces permettent d'aborder de nombreuses notions inscrites dans les programmes de géologie, telles que la tectonique des plaques, la sédimentation, le volcanisme, les phénomènes d'érosion, la paléontologie ou encore l'évolution des paysages (El Hassani, 2022 ; Chennaoui-Aoudjehane et El Hariri, 2019).

Au-delà de l'acquisition de connaissances disciplinaires, l'éducation au patrimoine géologique participe également au développement de la culture scientifique des citoyens. Elle favorise la compréhension des méthodes scientifiques utilisées par les géologues, notamment l'observation, la formulation d'hypothèses, l'analyse des données et l'interprétation des phénomènes naturels. Cette démarche contribue au développement de l'esprit critique, de la curiosité scientifique et de la capacité des apprenants à expliquer les transformations de leur environnement (Audigier, 2007).

3.2. Sensibilisation à la conservation du patrimoine géologique et au développement durable

La littérature met en évidence que l'éducation constitue l'un des moyens les plus efficaces pour assurer la conservation durable du patrimoine géologique. Les travaux de l'UNESCO, de l'IUGS et de ProGEO montrent que les politiques de protection des géosites obtiennent de meilleurs résultats lorsqu'elles sont accompagnées d'actions de sensibilisation destinées aux populations locales, aux élèves et aux visiteurs (UNESCO, 2021).

L'éducation au patrimoine géologique permet d'abord de faire comprendre que les géosites sont des ressources naturelles non renouvelables à l'échelle humaine. Contrairement aux écosystèmes vivants qui peuvent parfois se régénérer, certaines formations géologiques ou certains gisements fossilifères peuvent être définitivement détruits par les activités humaines (Gray, 2019). Cette prise de conscience favorise l'adoption de comportements responsables face aux risques de dégradation liés à l'exploitation minière, au prélèvement illégal de fossiles, à l'urbanisation ou au tourisme non maîtrisé.

Dans plusieurs Géoparcs mondiaux UNESCO, les programmes éducatifs reposent sur des activités de terrain, des ateliers scientifiques, des expositions, des centres d'interprétation et des parcours pédagogiques permettant aux visiteurs d'appréhender les valeurs scientifique, culturelle et environnementale des géosites. Ces dispositifs montrent que la conservation ne peut être dissociée de la diffusion des connaissances auprès du grand public (Audigier, 2017 ; Carcavilla et al., 2022).

Au Maroc, le Géoparc mondial UNESCO M'Goun constitue un exemple particulièrement représentatif de cette démarche. Les activités éducatives développées dans ce territoire associent établissements scolaires, universités, collectivités territoriales et associations locales afin de promouvoir une meilleure connaissance du patrimoine géologique et de renforcer son intégration dans les stratégies de développement local. Les sorties pédagogiques, les ateliers d'interprétation des paysages, les expositions géologiques et les actions de sensibilisation contribuent progressivement à développer une culture de la géoconservation au sein des populations locales (El Hassani, 2019).

Par ailleurs, l'éducation au patrimoine géologique s'inscrit pleinement dans les objectifs de l'Agenda 2030 des Nations Unies, notamment ceux relatifs à une éducation de qualité (ODD 4), à la protection des écosystèmes terrestres (ODD 15) et à la promotion d'un développement durable des territoires (Mallent, 2023). En sensibilisant les apprenants aux enjeux liés à la gestion durable des ressources naturelles, elle participe au développement d'une citoyenneté environnementale fondée sur la responsabilité, la solidarité et la préservation des patrimoines naturels.

3.3. Les pratiques pédagogiques innovantes au service de la valorisation du patrimoine géologique

Les sorties de terrain demeurent l'approche pédagogique la plus fréquemment recommandée. Elles permettent de confronter directement les élèves aux réalités géologiques observables dans leur environnement et de développer des compétences scientifiques difficilement mobilisables en salle de classe. Les observations in situ favorisent également le développement du raisonnement spatial, de la lecture des paysages et de la compréhension des phénomènes géologiques (Audigier, 2017).

Parallèlement, les Géoparcs sont devenus de véritables laboratoires pédagogiques. Leur fonctionnement repose sur une approche intégrée combinant recherche scientifique, conservation, éducation et développement territorial (Zafeiropoulos et Drinia, 2020). Les centres d'interprétation, les sentiers géologiques, les panneaux explicatifs, les ateliers éducatifs et les programmes de médiation scientifique offrent des ressources pédagogiques particulièrement adaptées aux différents niveaux d'enseignement.

Les technologies numériques occupent également une place croissante dans les dispositifs de géoéducation. Les systèmes d'information géographique (SIG), les modèles numériques de terrain, les visites virtuelles, la réalité augmentée, les applications mobiles de géolocalisation ainsi que les plateformes interactives permettent aujourd'hui de rendre le patrimoine géologique

plus accessible, notamment dans les établissements éloignés des principaux géosites. Ces outils facilitent la visualisation des structures géologiques complexes et favorisent la compréhension des processus dynamiques qui façonnent les paysages (Tsipra et Drinia, 2025). La création d'une banque de données de sorties de terrain constitue une alternative pédagogique pertinente lorsque les sorties sur le terrain ne peuvent être réalisées pour des raisons logistiques, financières, administratives ou sécuritaires. Cette banque regroupera des exemples de géosites locaux, sélectionnés à partir de l'environnement immédiat de l'apprenant, et documentés à l'aide de fiches descriptives, de photographies, de cartes et d'autres ressources numériques. En s'appuyant sur des cas réels issus de leur territoire, elle permettra aux enseignants d'illustrer les concepts théoriques par des exemples concrets et de renforcer l'ancrage des apprentissages dans le contexte local.

Par ailleurs, cette banque de données contribuera à la valorisation des géosites en mettant en évidence leur intérêt scientifique, pédagogique et patrimonial. Elle enrichira ainsi les contenus enseignés, favorisera une meilleure appropriation des connaissances par les apprenants, et encouragera la préservation du patrimoine géologique local.

4. Discussion : enjeux, limites et perspectives de l'éducation au patrimoine géologique

Les résultats de cette revue de littérature mettent en évidence le potentiel considérable de l'éducation au patrimoine géologique comme levier de développement de la culture scientifique, de sensibilisation environnementale et de valorisation durable des territoires. Toutefois, ce potentiel rencontre des défis et se trouve face à des limites.

4.1. Les limites des pratiques actuelles d'éducation au patrimoine géologique

L'un des principaux constats issus de la littérature concerne la place encore marginale qu'occupe le patrimoine géologique dans les dispositifs éducatifs. Bien que les programmes de sciences de la vie et de la Terre abordent certaines notions relatives à la géologie, celles-ci demeurent essentiellement centrées sur les concepts scientifiques fondamentaux et accordent peu d'attention aux géosites nationaux, à leur valeur patrimoniale ou aux enjeux de leur conservation (Barthes, 2020).

Cette faible intégration curriculaire limite les possibilités pour les élèves d'établir un lien entre les connaissances théoriques acquises en classe et les réalités géologiques de leur environnement. Plusieurs auteurs soulignent que l'enseignement des géosciences reste souvent dominé par une approche transmissive privilégiant les contenus disciplinaires au détriment des apprentissages contextualisés, des sorties de terrain et des démarches d'investigation. Il en

résulte une perception parfois abstraite des phénomènes géologiques, réduisant les opportunités de développer une véritable culture scientifique et environnementale (Giardino et al., 2022).

Une autre limite fréquemment mentionnée concerne le manque de ressources pédagogiques adaptées. Les enseignants disposent encore de peu de guides didactiques, de supports numériques, de cartes géologiques simplifiées ou de ressources multimédias spécifiquement consacrés au patrimoine géologique marocain. Cette insuffisance de matériel pédagogique rend difficile la mise en œuvre d'activités innovantes, notamment dans les établissements éloignés des principaux géosites ou disposant de moyens matériels limité (Giardino et al., 2022).

Cette situation souligne la nécessité de renforcer les dispositifs de formation initiale et continue afin de développer les compétences pédagogiques liées à l'enseignement du patrimoine géologique.

4.2. Les enjeux de la valorisation éducative du patrimoine géologique

Au-delà de ces limites, la littérature souligne que l'éducation au patrimoine géologique répond à plusieurs enjeux majeurs qui dépassent le seul cadre des sciences de la Terre. Le premier concerne la préservation des géosites face aux multiples pressions anthropiques. L'exploitation minière, l'urbanisation, les prélèvements illicites de fossiles, la fréquentation touristique non maîtrisée et les effets du changement climatique représentent aujourd'hui des facteurs importants de dégradation du patrimoine géologique. Également l'éducation au patrimoine géologique doit participer pleinement à la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD), notamment ceux relatifs à l'éducation de qualité, à la protection des écosystèmes terrestres et à la promotion de sociétés durables. En développant une citoyenneté environnementale fondée sur la connaissance et la responsabilité, elle contribue à préparer les générations futures aux défis écologiques et climatiques (Mallent, 2024).

4.3. Les défis institutionnels et pédagogiques

L'analyse de la littérature met également en évidence plusieurs défis qui conditionnent le développement de l'éducation au patrimoine géologique. D'une part, l'intégration effective du patrimoine géologique dans les curricula scolaires. Cette intégration suppose non seulement l'introduction de contenus spécifiques relatifs aux géosites nationaux, mais également l'adoption d'approches interdisciplinaires permettant d'articuler les sciences de la Terre avec la géographie, l'histoire, les sciences de l'environnement et l'éducation au développement durable (Tsipra et Drinia, 2025). D'autre part, le renforcement de la formation des enseignants est un autre défi qui s'ajoute ; les expériences internationales montrent que les dispositifs de géoéducation les plus efficaces reposent sur des enseignants capables de mobiliser des

méthodes actives, de conduire des investigations de terrain et d'exploiter les outils numériques. Le développement de modules de formation spécialisés apparaît donc comme une priorité pour améliorer la qualité des pratiques pédagogiques (Zafeiropoulos et al., 2021 ; Tsipra et Drinia, 2025). Par ailleurs, le développement des ressources éducatives via les technologies numériques qui offrent aujourd'hui des possibilités importantes pour la création de cartes interactives, de visites virtuelles, de modèles tridimensionnels, de plateformes collaboratives et d'applications mobiles facilitant la découverte du patrimoine géologique. Cependant, leur déploiement nécessite des investissements ainsi qu'une collaboration étroite entre les universités, les institutions publiques et les établissements scolaires.

Enfin, la réussite des politiques de géoéducation dépend largement de la qualité des partenariats institutionnels. Les Géoparcs, les musées, les laboratoires universitaires, les collectivités territoriales, les associations scientifiques et les établissements scolaires doivent être considérés comme des acteurs complémentaires d'un même projet éducatif.

Conclusion

La revue de littérature montre que les approches éducatives fondées sur la découverte des géosites, les sorties de terrain, les Géoparcs mondiaux UNESCO, les activités d'investigation scientifique et les outils numériques contribuent significativement à l'amélioration des apprentissages en sciences de la Terre. Ces dispositifs favorisent une meilleure compréhension des processus géologiques, développent les compétences d'observation et d'analyse des apprenants et renforcent leur capacité à appréhender les interactions entre les phénomènes naturels et les activités humaines. En outre, ils participent à la construction d'une conscience patrimoniale indispensable à la protection des ressources géologiques.

L'étude met également en évidence que le Maroc dispose d'un potentiel exceptionnel en matière de géoéducation. La diversité des paysages géologiques, la richesse des gisements fossilifères, l'existence de territoires reconnus par le Réseau mondial des Géoparcs UNESCO ainsi que l'intérêt croissant des universités marocaines pour les sciences de la Terre constituent des atouts majeurs pour le développement d'une politique nationale de valorisation éducative du patrimoine géologique. Cette richesse offre des opportunités importantes pour intégrer davantage les géosites dans les curricula scolaires, développer des pédagogies contextualisées et renforcer les liens entre les établissements d'enseignement, les institutions scientifiques et les acteurs territoriaux.

Par ailleurs, l'analyse confirme que la géoéducation dépasse largement le cadre de l'enseignement des sciences de la Terre. Elle s'inscrit pleinement dans les principes de l'éducation au développement durable en contribuant à la réalisation de plusieurs Objectifs de développement durable, notamment ceux relatifs à l'éducation de qualité, à la préservation des patrimoines naturels, au développement des territoires et à la promotion d'une citoyenneté responsable. Dans cette perspective, le patrimoine géologique apparaît comme un support privilégié pour développer des approches interdisciplinaires associant les géosciences, la géographie, l'histoire, l'écologie, le tourisme durable et les sciences de l'éducation.

À la lumière de ces résultats, plusieurs recommandations peuvent être formulées. Il apparaît d'abord nécessaire de renforcer la place du patrimoine géologique dans les curricula de l'enseignement primaire, secondaire et universitaire, en privilégiant des contenus contextualisés fondés sur les géosites marocains. La généralisation des sorties pédagogiques, des projets interdisciplinaires et des démarches d'investigation contribuerait à rendre les apprentissages plus concrets et plus significatifs. De même, le développement de ressources numériques

interactives, de plateformes éducatives et d'applications de médiation scientifique permettrait d'améliorer l'accessibilité du patrimoine géologique auprès d'un public plus large.

BIBLIOGRAPHIE

Audigier, F. (2007). L'éducation à la citoyenneté dans ses contradictions. *Revue internationale d'éducation de Sèvres* (44), 25–34. <https://doi.org/10.4000/ries.125>

Audigier, F. (2012a). Les Education à : quels significations et enjeux théoriques et pratiques ? Esquisse d'une analyse. *Recherches En Didactiques* (13), 25–38. <https://doi.org/10.3917/rdid.013.0025>

Audigier, F. (2012b). Les Educations à... et la formation au monde social. *Recherches En Didactiques* (14), 47–63. <https://doi.org/10.3917/rdid.014.0047>

Audigier, F. (2015). Domaines généraux de formation, compétences, éducations à... : les curriculums et les disciplines scolaires chahutées : D'un cadrage historique et pédagogique à l'éducation en vue du développement durable comme exemple emblématique. *Revue Suisse Des Sciences De L'éducation*, 37(3), 426–440.

Audigier, F. (2017). Education à la citoyenneté. Dans A. Barthes, J.-M. Lange et N. Tutiaux Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des "éducations à"* (p. 46 51). L'Harmattan.

Barthes, A., Alpe, Y., Blanc-maximin, S., Barthes, A., Alpe, Y., & L, S. B. (2020). L ' éducation au patrimoine , un outil pour un développement local durable , ou une instrumentalisation de l ' éducation au service de la labellisation des territoires ?. *HAL Id : hal-02471993*.

Blieck, A., De Wever, P., Egoroff, G., Cornée, A., Graviou, P., Avoine, J., & Baillet, L. (2019). Patrimoine géologique - Inventaire national, par Patrick De Wever, Grégoire Egoroff, Annie Cornée, Pierrick Graviou, Jacques Avoine & Laura Baillet, pour la Commission de validation nationale de l'inventaire du patrimoine géologique. *Annales de La Société Géologique Du Nord*, 26(26), 69–70. <https://doi.org/10.54563/asgn.489>

Bounahmidi, P. T. (2000). Bulletin d ' Information de l ' Académie Hassan II des Sciences et Techniques n ° 8 Etat des lieux de l ' ingénierie marocaine et benchmark international . *February*, 17–24.

Brilha, J., Pereira, D., & Pereira, P. (2012). Geoconservation education : the leading role of the University of Minho (Portugal). *14*(2008), 11881.

Carcavilla, L., Díaz-martínez, E., García-cortés, Á., Vegas, J., & Charles, N. (2022). *Patrimoine Et Géodiversité*. 24 p.

- Chennaoui-Aoudjehane H. El Hariri K., (2019) : Patrimoine géologique du Maroc : Enjeux et Perspectives. In Patrimoine Géologique du Maroc. Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc, Numéro spécial, pp :9-16
- Eddif, A., Salmaoui, S., & Ouali, H. (2022). L ' Education Au Patrimoine Volcanique Marocain En Sciences De La Terre Au Cycle Secondaire : Une Tentative D ' Eclaircissement Education Of Moroccan Volcanic Heritage In Earth Sciences In The Secondary Cycle : An Attempt To Clarify. 218–226.
- Eddif, A., Selmaoui, S., & Chakour, R. (2018). Images of Moroccan Geological Heritage in Life and Earth Sciences Textbooks of Second Year College from 2004 to 2017: Case of the Volcanic Chain of the Middle Atlas. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 28(2), 1–11. <https://doi.org/10.9734/jesbs/2018/45256>
- El Hadi, H. El, Tahiri, A., Brilha, J., Maidani, A. El, Baghdad, B., & Zaidi, A. (2015). Geodiversity Examples of Morocco: From Inventory to Regional Geotourism Development. *Open Journal of Ecology*, 05(09), 409–419. <https://doi.org/10.4236/oje.2015.59034>
- El Hassani, A. (2022). Biodiversity and Geodiversity in the Mediterranean region. *June*. https://www.researchgate.net/publication/361450327_Biodiversity_and_Geodiversity_in_the_Mediterranean_region
- El Hassani, A. (2023). A Geologist ' s Paradise , Tracing Morocco ' s Geological History from Early Explorers to the Modern Era. *March*.
- Gray, M., Gordon, J., Brown, E. (2013). Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. *Proceed Geol Assoc* 124(4):659 673 <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2013.01.003>
- Gray M, (2019). Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society. *Int J Geoherit Parks* 7(4):226–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.11.001>
- Habibi, T.; Ruban, D.A.; Ermolaev, V.A. Educational Potential of Geoheritage: Textbook Localities from the Zagros and the Greater Caucasus. *Heritage* 2023, 6, 5981–5996. <https://doi.org/10.3390/heritage6090315>
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Caicedo-Potosí, J., & Berrezueta, E. (2022). Geoheritage and Geosites: A Bibliometric Analysis and Literature Review. *Geosciences (Switzerland)*, 12(4), 1–23. <https://doi.org/10.3390/geosciences12040169>
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.

- Lamarti, L., Ben Bouziane, A., Akrim, H., Talbi, M. & Drissi, M. (2009). L'hypermédia Géoterrain : un outil pertinent au service des apprentissages en géologie de terrain. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 6(1), 46–54. <https://doi.org/10.7202/039180ar>
- Lukic, D., Andjelkovic, S., & Dedjanski, V. (2016). Geodiversity and geoheritage in Geography teaching for the purpose of improving students' competencies in education for sustainable development. *XV(2)*, 210–217.
- Mehdioui, S., El Hadi, H., Tahiri, A., Brilha, J., El Haïbi, H., & Tahiri, M. (2020). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites in Rabat-Tiflet Region (North Western Morocco): Preliminary Study to Evaluate the Potential of the Area to Become a Geopark. *Geoheritage*, 12(2). <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00456-5>
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. (2009). PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol*. 62(10):1006–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>.
- Piaget, J. (1970). *Psychologie et pédagogie*. Denoël.
- Rodrigues, J., Costa, E., & Insua, D. (2023). How Can Geoscience Communication Foster Public Engagement with Geoconservation ? *Geoheritage*. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00800-5>
- Tsipra, T., Drinia, H. (2025). Promoting Local Geodiversity Through Experiential Outdoor Education: The Syros Island Initiative. *Heritage* 8, 244. <https://doi.org/10.3390/heritage8070244>
- UNESCO. (2015). *UNESCO Global Geoparks: Celebrating Earth Heritage, Sustaining Local Communities*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*; UNESCO: Paris, France; ISBN 978-92-3-100394-3.
- UNESCO. (2021). *UNESCO Global Geoparks Operational Guidelines*. UNESCO.
- UNESCO. (2023). *UNESCO Global Geoparks*. UNESCO
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Harvard University Press.
- Zafeiropoulos, G. (2024). *Evaluating the Impact of Geoeducation Programs on Student Learning and Geoheritage Awareness in Greece*.