



Bulletin de l'association de géographes français

Géographies

96-2 | 2019

Les géographes et la nature : regards nouveaux

Géographie et nature abiotique : nature ignorée ou nouvelle forme de nature ?

Geography and abiotic nature : ignored nature or new nature ?

Claire Portal et François Bétard



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/bagf/5017>

DOI : 10.4000/bagf.5017

ISSN : 2275-5195

Éditeur

Association AGF

Édition imprimée

Date de publication : 10 octobre 2019

Pagination : 246-264

ISSN : 0004-5322

Référence électronique

Claire Portal et François Bétard, « Géographie et nature abiotique : nature ignorée ou nouvelle forme de nature ? », *Bulletin de l'association de géographes français* [En ligne], 96-2 | 2019, mis en ligne le 10 octobre 2020, consulté le 15 octobre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/bagf/5017> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/bagf.5017>

Bulletin de l'association de géographes français

Géographie et nature abiotique : nature ignorée ou nouvelle forme de nature ?

(GEOGRAPHY AND ABIOTIC NATURE: IGNORED
NATURE OR NEW NATURE ?)

Claire PORTAL* & François BÉTARD**

RÉSUMÉ – Depuis la fin des années 1990, la nature abiotique (ou géodiversité) fait l'objet d'une reconnaissance internationale, scientifique et institutionnelle, qui entraîne un intérêt croissant de différentes disciplines. D'abord définie dans la sphère des géosciences, la géodiversité est aussi devenue un objet de recherche géographique. Pourtant, il semble que la nature abiotique peine à trouver sa place dans les recherches menées par les géographes français sur la nature. L'objectif de cette contribution est d'établir un positionnement qui revient sur les fondements conceptuels et les méthodes qui caractérisent les recherches menées sur la nature non-vivante. Cette réflexion aborde trois axes qui visent à interroger la nature abiotique en tant qu'objet géographique : 1) la (dé)connexion vivant/non-vivant, 2) la dichotomie nature/culture et 3) les relations géographie/géosciences. Malgré des problématiques associées à la reconnaissance de la géodiversité comme objet de « nature » et comme relevant d'un regard géographique, la vivacité et l'originalité des recherches sur la nature abiotique montrent que celle-ci n'est pas une nature ignorée.

Mots-clés : Nature abiotique – Géodiversité – Géopatrimoines – Géosciences – Géographie.

ABSTRACT – Since the late 1990s, abiotic nature (or geodiversity) has been internationally recognized, scientifically and institutionally, with growing interest from different disciplines. Geodiversity was first defined in the sphere of geosciences, and also become an object of geographical research. However, it seems that the abiotic nature is struggling to find its place in the research conducted by French geographers on nature. The purpose of this contribution is to establish a position which describes theoretical basis and methods which characterize the researches conducted on the non-living nature. This reflection addresses three issues which aim questioning the abiotic nature as a geographical object: 1) the (de)connection between living and non-living nature, 2) the nature / culture dichotomy and 3) the geography / geosciences relationships. Despite of the problems associated with the recognition of geodiversity

* Maître de Conférences, Université de Poitiers, Laboratoire Ruralités, EA 2252, Maison des Sciences de l'Homme et de la Société, bâtiment A5, 5, rue Théodore Lefebvre, TSA 81 118, 86073 Poitiers Cedex 9 – Courriel : claire.portal@univ-poitiers.fr

** Maître de Conférences HDR, Université Paris-Diderot, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire PRODIG, UMR 8586, case courrier 7001, 75205 Paris Cedex 13 – Courriel : francois.betard@univ-paris-diderot.fr

as an object of "nature" and as a part of a geographical and cultural view, the intensity and the originality of research on the abiotic nature show that it is not an ignored nature.

Key words: *Abiotic nature – Geodiversity – Geoheritage – Geosciences – Geography*

Introduction

Cette proposition part d'un constat : malgré une reconnaissance internationale, scientifique et institutionnelle, aujourd'hui affirmée (Fig. 1), la nature abiotique peine à trouver sa place dans les recherches menées par les géographes français sur la nature. Sans prétendre à l'exhaustivité, l'objectif est d'établir un positionnement qui revient sur les fondements conceptuels et les méthodes qui caractérisent les recherches menées sur la nature non-vivante. Cette réflexion propose ainsi de discuter trois assertions qui visent à interroger la nature abiotique en tant qu'objet géographique.

La première pose la nature abiotique comme étant déconnectée de la nature « vivante ». Il s'agit ici d'interroger les relations entre une nature vivante (i.e. la biodiversité) et la nature non-vivante (i.e. la géodiversité). Par géodiversité, on entend « *la variété, la diversité des caractéristiques géologiques (substrats), géomorphologiques (reliefs) et pédologiques (sols), ainsi que leurs combinaisons, systèmes et processus. Elle inclut des témoins de la vie passée, les écosystèmes et l'environnement de l'histoire de la Terre comme les processus atmosphériques, hydrologiques et biologiques agissant de façon récurrente sur les roches, les formes du relief et les sols* »¹ [Zwolinski 2004]. Cette vision implique des connexions entre les deux mondes et une certaine porosité, en particulier autour des questions de vulnérabilité (d'une espèce / d'une roche), d'habitat (biotope / géotope) et de protection (parcs naturels, géoparcs).

La deuxième assertion prétend que la nature abiotique n'est pas associée à une forme de culture. Pourtant, le terme de géodiversité est parfois utilisé d'une façon plus holistique pour établir les liens entre nature abiotique et société, considérant par exemple les éléments géologiques et géomorphologiques en tant que supports indissociables de sites artistiques, religieux, historiques, archéologiques. Ils sont aussi identifiés pour eux-mêmes comme des composants fondamentaux de l'armature paysagère (réelle et représentée), auxquelles sont souvent attribuées des valeurs patrimoniales (les géopatrimoines) ou ressourcielles (services géosystémiques).

¹ La définition de la géodiversité utilisée diffère de celle proposée par Christophe Grenier [2000] qui la définit comme « la somme des régions terrestres ayant permis des processus de biodiversification tant biologiques que culturels, par spéciation géographique, selon un temps, naturel ou historique, propre à ces régions et processus » et où les caractères abiotiques semblent exclus.

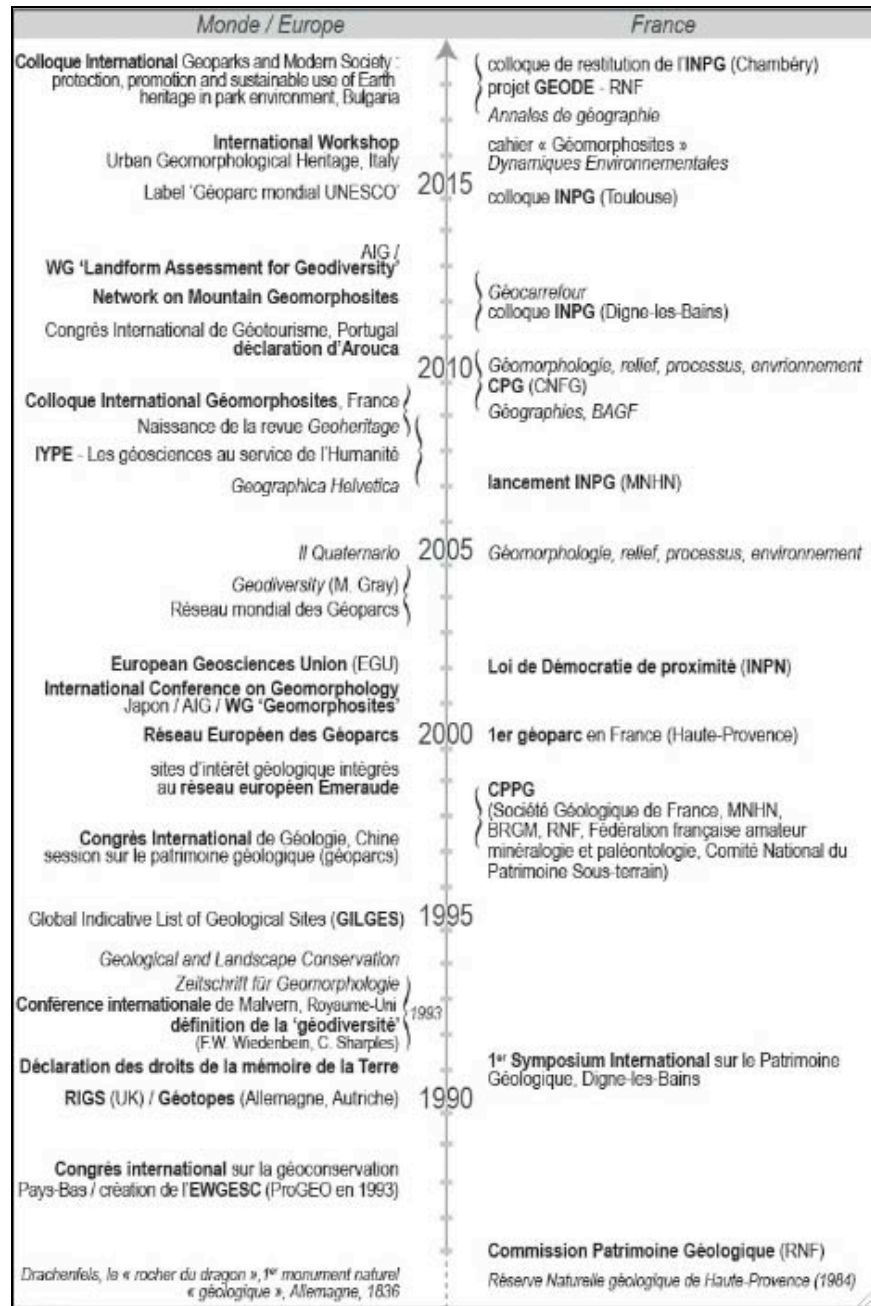


Figure 1 – Quelques jalons temporels de la patrimonialisation institutionnelle et scientifique de la géodiversité en France et dans le monde.

italique : publications et numéros thématiques de revue
AIG : Association Internationale des Géomorphologues / BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières / CNFG : Comité National Français de Géographie / CPG : Commission du Patrimoine Géomorphologique / CPPG : Conférence Permanente du Patrimoine Géologique / EWGESC : European Working Group on Earth Science Conservation / INPG : Inventaire National du Patrimoine Géologique / INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel / IYPE (triennium 2007-2009 - International Year of Planet Earth) / MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle / RIGS : Regionally Important Geological / geomorphological Sites / RNF : Réserves Naturelles de France / WG : Working Group.

Enfin, en troisième lieu, nous discuterons l'assertion suivante : la nature abiotique serait une affaire de géosciences (et non de géographes). En effet, si la géodiversité et les géopatrimoines bénéficient d'une exposition internationale, c'est souvent sous la dénomination « patrimoine géologique » qu'est englobée la nature abiotique (voir la Déclaration Internationale des droits de la mémoire de la Terre, 1991) [Pagès 1994]. La géomorphologie des géographes a été de facto intégrée à la géologie, mêlant deux sciences dont les problématiques, les méthodes et les objets d'études sont différents : géologues et géomorphologues n'identifient pas et ne « voient » pas la même chose. Le premier va se préoccuper de géodiversité et de nature abiotique en examinant la diversité des roches et des structures géologiques (minéraux, fossiles, strates, plis...) tandis que le second perçoit surtout les formes de relief par les processus, l'espace, le territoire, le paysage et finalement par l'étude des interactions nature abiotique-société. Loin d'être concurrentes, ces deux disciplines apparaissent donc comme complémentaires, tant dans leurs approches temporelles et spatiales que dans les stratégies de valorisation et de vulgarisation scientifiques.

1. Une nature abiotique déconnectée de la nature « vivante » ?

1.1. Écosystèmes, sols et zone critique : rémanence des interactions biotique – abiotique

Les liens théoriques et fonctionnels entre géodiversité et biodiversité sont nombreux, compte tenu des interactions, transferts de matière et flux d'énergie qui existent au sein des systèmes naturels, entre composantes biotiques et abiotiques. Plusieurs publications ont déjà tenté de souligner ces multiples relations existantes en mobilisant des approches variées [pour une vision synthétique, voir Bétard 2017a]. Par leur situation d'interface entre le monde minéral et le monde organique, les sols sont, typiquement, des objets qui relèvent à la fois de la nature « vivante » et de la nature abiotique [Gray 2013, Ibañez & al. 2012]. Leur origine mixte, organo-minérale, constitue un caractère

original et fondamental qui permet de souligner les relations très fortes, structurelles et fonctionnelles, entre géodiversité et biodiversité. Il en résulte des processus combinés de formation du sol, faisant intervenir d'une part la transformation de la roche-mère par désagrégation physique et altération chimique, d'autre part l'apport de matières organiques et leur transformation par des organismes biologiques. Le sol apparaît lui-même comme un habitat pour de nombreuses crypto-espèces et constitue un réservoir de biodiversité encore trop peu étudié en tant que tel [Decaëns & al. 2006]. Récemment, un nouveau champ de recherches interdisciplinaires et d'explorations scientifiques à l'échelle internationale a vu le jour sous l'impulsion de l'US National Research Council [National Research Council 2001] autour du concept de « Zone Critique » (Critical Zone). Cette zone, qui est le milieu de vie de l'Humanité, correspond à la mince pellicule de la planète comprise entre le front d'altération des roches et la basse atmosphère. Elle intègre donc la pédosphère mais elle va au-delà puisqu'elle l'englobe dans un système plus vaste comprenant les aquifères et l'ensemble de la biosphère [Brantley & al. 2007]. « Critique », elle l'est car c'est là que se concentrent tous les phénomènes indispensables à la vie terrestre (y compris humaine) : réserves d'eau, fertilité des sols, production de biomasse, cycles de l'oxygène et du carbone, etc. ; elle l'est aussi car ses équilibres ont été rompus par les activités humaines, une prise de conscience qui s'est renforcée encore un peu plus depuis le Millennium Ecosystem Assessment [2005]. Concept unificateur à l'interface entre plusieurs disciplines des sciences sociales et des sciences de la nature, il offre un domaine de très forte interdisciplinarité où les relations géodiversité-biodiversité sont implicitement abordées [Amundson & al. 2007].

1.2. Interactions entre formes de relief et organismes biologiques

Dans le domaine de la géographie physique, il est un champ de recherches particulièrement dynamique qui s'intéresse aux interactions entre formes de relief et organismes biologiques : la biogéomorphologie (syn. : écogéomorphologie). En tant que science d'interface, la géomorphologie entretient ici des liens étroits avec l'écologie, dans des approches variées qui mettent en relation les formes du relief avec des paramètres biotiques d'évolution [Viles 1988].

Ces recherches ont permis d'étudier de plus près certains processus longtemps négligés comme la biométéorisation des surfaces rocheuses dans des environnements divers [Étienne 2010], où le rôle des lichens et de certains microorganismes (bactéries, algues, champignons microscopiques) est mis en avant dans les mécanismes de bioérosion, de bioprotection ou encore de bioconstruction (depuis la formation des croûtes cryptogamiques millimétriques jusqu'à l'édification des récifs coralliens kilométriques).

À des échelles plus larges, les recherches en biogéomorphologie fluviale et

littorale s'intéressent à la « coévolution » (ou co-ajustement) des formes de relief et des biocénoses aquatiques et riveraines, ainsi qu'aux systèmes de réponses et de rétroactions permanentes entre les processus morphodynamiques et les dynamiques de succession écologique [Piégay 1997, Corenblit & al. 2008]. Ce type de recherches, dont le caractère interdisciplinaire est indéniable, permet de questionner les relations intrinsèques entre géo(morpho)diversité et biodiversité

1.3. Paléobiodiversité, entre géodiversité actuelle et biodiversité passée

La paléobiodiversité se réfère à la dimension passée (fossile) de la biodiversité, étudiée par les paléontologues et paléobiologistes. Cette notion est généralement englobée dans le concept plus large de géodiversité, lequel intègre la diversité paléontologique [Gray 2013] basée sur les traces de vie fossiles inscrites dans les roches. Situées à la croisée de la géodiversité actuelle et de la biodiversité passée, les études sur la paléobiodiversité permettent d'explorer les relations biotiques-abiotiques dans la durée (temps géologique) et dans l'espace (paléogéographie).

Historiquement, ce sont les fossiles qui ont permis de mettre au point une échelle des temps géologiques pour la planète à partir d'une méthode paléontologique de valeur mondiale éprouvée depuis deux siècles [De Wever 2012]. L'échelle des temps géologiques a ainsi été initialement construite sur la base de changements de la biodiversité fossile, ce qui explique d'ailleurs que de grandes crises de la paléobiodiversité séparent les grandes ères géologiques (crises d'extinction majeures entre les ères paléozoïque et mésozoïque, au Permo-Trias, et entre les ères mésozoïque et cénozoïque, à la limite Crétacé-Tertiaire).

Les crises d'extinction représentent un thème majeur d'étude et de compréhension de la paléobiodiversité, généralement expliquées par des changements brutaux d'origine géologique ou astronomique (changements climatiques, impact météoritique, forte activité volcanique). Bien que les évolutions à long terme de la biodiversité et de la géodiversité se soient faites à des rythmes différents et de façon asynchrone [Gray 2013], la biodiversité actuelle est le résultat d'une longue évolution couplée à l'histoire géologique de la Terre, ponctuée de crises biologiques ayant joué un rôle déterminant dans la diversification du monde vivant.

Dans le grand concert des sciences de la Terre, la paléontologie occupe ainsi une place singulière en s'intéressant aux relations entre géosphère et (paléo)biosphère. L'apport de la paléontologie est non seulement utile pour comprendre les mécanismes de spéciation et d'évolution des espèces (depuis les travaux pionniers de Darwin) et démêler les relations phylogénétiques, mais aussi pour conforter certaines vues sur les évolutions du monde abiotique et la géodynamique interne de la Terre (cf. théorie de la dérive des continents

énoncée par Alfred Wegener au début du XXe siècle, s'appuyant notamment sur des données paléontologiques, à l'origine du modèle global de la Tectonique des Plaques synthétisé par Xavier Le Pichon en 1968). Définitivement, la nature abiotique apparaît directement connectée à la nature vivante.

2. Une nature abiotique dissociée de toute forme de culture ?

2.1. Nature abiotique, géomorphologie culturelle et géopatrimoines

En 2001, le géographe Mario Panizza définit les sites géomorphologiques ou « géomorphosites » selon plusieurs critères : une valeur centrale scientifique, doublée de valeurs « additionnelles » (esthétiques, culturelles, écologiques) ; la même année, le groupe de travail sur les géomorphosites est créé au sein de l'Association Internationale des Géomorphologues (AIG, Fig. 1). En 2003, Mario Panizza et Sandra Piacente théorisent l'idée de géomorphologie culturelle comme « discipline qui étudie la composante géomorphologique d'un territoire comme élément de culture du paysage et pour ses interactions avec les biens culturels de type archéologiques, historiques, architecturaux etc. » Les géomorphosites deviennent des sites patrimoniaux à connaître, valoriser, protéger, et donc à gérer. En Angleterre, en Suisse ou encore en Australie, des chercheurs et ingénieurs se préoccupent de la gestion patrimoniale de tels sites dès les années 1990 [O'Halloran & al. 1994, Grandgirard 1997], avant que les études ne se multiplient ensuite, et rapidement, à l'échelle internationale [Burek & Prosser 2008, De Wever & al. 2014]. Le terme « géopatrimoine » est alors employé pour désigner l'ensemble des patrimoines abiotiques – géologiques, géomorphologiques, pédologiques et hydrologiques – entraînant avec lui des déclinaisons sémantiques (préfixe 'géo') associées aux recherches qui se développent sur le géo-tourisme, la géo-didactique, la géo-conservation, les géoparcs, etc.

Dans ce contexte, les méthodes ont d'abord été construites sur le modèle classique de l'évaluation par l'inventaire et la sélection. Le réseau européen des géoparcs est créé en 2000 à l'initiative du géographe Nikolaos Zouros et du géologue Guy Martini [Zouros 2004]. Ils sont définis comme des « territoires expérimentaux dont l'objectif est d'éprouver des méthodes de préservation du patrimoine géologique, au sens large. Un géoparc inclut dans ses limites un héritage géologique particulier et affiche une stratégie de développement territorial adapté à ce patrimoine » [Gray 2013]. Reconnu officiellement par l'UNESCO en 2015, le label « Géoparc mondial UNESCO » forme aujourd'hui un réseau de 140 géoparcs, répartis dans 38 pays. Cette dynamique de géo-patrimonialisation s'étend sur l'ensemble des pays européens et, désormais, dans de nombreux pays émergents et en développement. En France, les géopatrimoines vont s'institutionnaliser avec l'Inventaire National du

Patrimoine Géologique (INPG), institué par la loi de 2002 relative à la démocratie de proximité, et lancé en 2007. Alors que la thématique des géomorphosites émerge dans le champ de la géographie [Sellier 2009, Giusti 2009], le processus de patrimonialisation de la nature abiotique devient un champ d'étude à part entière, adossé aux définitions des géographes et sociologues André Micoud [2005], Guy Di Méo [2008] et Vincent Veschambre [2008] : la reconstitution des trajectoires patrimoniales entraîne la mobilisation de méthodes géohistoriques et de nouvelles sources, archivistiques par exemple [Portal 2014, Motte 2017]. En devenant patrimoniale, la géodiversité devient une ressource territoriale comme les autres patrimoines naturels, culturels et paysagers.

2.2. La géodiversité comme ressource territoriale : du site exceptionnel à la nature abiotique ordinaire

Le caractère hybride – naturel et culturel – de la géodiversité et la reconnaissance scientifique et sociale des géopatrimoines entraînent des sollicitations croissantes des mondes socio-économiques et institutionnels [Bétard & al. 2017]. Ces relations patrimoines/territoires [François & al. 2006] concernent des problématiques associées au développement local ou régional durable à travers les usages et leur articulation avec les projets de territoire. La géodiversité est alors étudiée en tant que ressources par les géographes selon plusieurs angles. Le premier consiste à observer et à analyser les phénomènes socio-spatiaux selon des études d'impact associées, par exemple, à l'économie locale et au géotourisme [Newsome & Dowling 2006]. Le deuxième s'attache à mener des réflexions méthodologiques sur la médiation et la vulgarisation des connaissances [Summermatter 2003, Sellier 2009, Martin 2013], avec une attention portée sur la cartographie [Regolini-Bissig & Martin 2012] et sur le développement d'applications numériques (guides portables – géoguides) [Pica & al. 2018]. Enfin, une approche émergente ébauche un champ de recherche associé à l'analyse des conflits et des situations polymogènes entre écologues, géomorphologues et associations [Gauchon 2012].

Ces nouvelles approches ont amené les chercheurs à collaborer avec les institutions et/ou des structures locales [Ambert 2009], soit dans le cadre d'actions d'inventaires (INPG) menant parfois à la création de géoparcs (participation à des conseils scientifiques), soit pour la production d'outils de géomédiation. Ainsi, en fonction des structures, les géographes de l'abiotique renouvellent leurs regards, non seulement sur des sites exceptionnels avec la reconnaissance de la dimension culturelle², mais aussi sur les paysages du

² Parmi les géomorphosites « exceptionnels » français, nous pouvons citer entre beaucoup d'autres : les falaises d'Étretat et leurs représentations impressionnistes, les Gorges du Tarn, le Mont-Saint-Michel, le Cirque de Gavarnie, la Pointe du Raz..., tous bénéficiant d'au moins une reconnaissance patrimoniale paysagère (i.e. label Grand Site de France, classement ou inscription à l'inventaire des Sites, etc.).

quotidien dont l'assise abiotique mérite d'être valorisée. C'est notamment le cas lorsque la collaboration est engagée avec les parcs naturels régionaux où la géodiversité se rapproche d'une nature abiotique ordinaire [Portal 2013], associée aux paysages plans (marais, plaine), aux paysages « banals » qui relient deux sites exceptionnels, et aux paysages fortement anthropisés et/ou urbains. Ces approches s'inscrivent souvent dans le grand paysage et poussent à l'élargissement du champ d'investigation vers des formes artificielles.

2.3. Nature abiotique, paysages et artifices

Les premières définitions de la géodiversité [Sharples 1993, Wiedenbein 1993] étaient bornées à une dimension « naturaliste » que la reconnaissance des dimensions culturelle et patrimoniale a élargie, tant dans les objets considérés que dans les modalités de leur appréciation. La nature abiotique ne se résume pas au seul élément minéral qui arme le paysage : elle devient un composant à part entière de l'espace de vie, artialisée³ et recrée par les représentations iconographiques et les réalisations architecturales. La place et le rôle de l'artialisation des paysages dans la patrimonialisation des géo-morpho-sites devient un sujet d'étude à part entière [Portal 2013, 2014, Fort & André 2014, Giusti 2014, Motte 2017, Sellier & Portal 2018]. Les initiatives artistiques se multiplient et apparaissent comme une entrée intéressante pour communiquer avec le grand public, à la fois pour transmettre les connaissances de façon originale mais aussi pour comprendre les relations entre habitants et paysages. En 2017, la Maison des minéraux à Crozon (Finistère) a ainsi proposé de regrouper une trentaine d'artistes autour des 27 sites géologiques identifiés par l'INPG, donnant lieu à l'exposition estivale « Regards d'artistes sur la géologie de la presqu'île de Crozon ». Ces démarches s'inscrivent dans une géomorphologie sensible et le relief devient un géosymbole ou un géogramme⁴ intégré à l'espace habité. À l'interface entre topographie et paysage, la nature abiotique peut aussi se concevoir comme une forme architecturale qui mobilise différents aspects d'une géodiversité artificielle : la modification ou la création de formes par une architecture du paysage vise la mise en scène d'espaces d'agrément, les parcs et jardins étant l'objet de remaniement et/ou de création de topographies artificielles [Portal & Kerguillec 2018] ; la création de bâtiments, plus ou moins réalistes, peut se référer à un élément naturel topographique (la montagne pour les landform buildings par exemple) [Allen & Mc Quade 2011, Portal 2017] ; des reliefs-décors imaginés participent à la création de mondes inventés, ancrés dans une certaine réalité ou totalement fictifs (bandes-

³ Dans le sens d'A. Roger [2006] : « processus artistique qui transforme et embellit la nature, soit directement (in situ) soit indirectement (in visu), au moyen de modèles. »

⁴ Dans le sens d'A. Berque [2006] : « (...) motifs [qui] sont des repères essentiels de l'espace-temps de l'œcoumène : c'est par rapport à eux que s'agence notre existence, que se créent des repères, des symboles. »

dessinées, science-fiction, cinéma, etc.).

Cette nature abiotique artialisée, recomposée et recréée, souvent iconographique, mobilise des méthodes et des outils de recherches sur les formes anthropiques qui dépassent le stade des inventaires et de la constitution de corpus. L'étude des représentations picturales permet des applications concrètes : en 2017, Edwige Motte retrace l'évolution des environnements littoraux de la Rance en utilisant une iconographie du XIXe siècle (cartes anciennes, peintures) ; en 2018, Rémi de Matos-Machado cartographie les polémoformes⁵ du champ de bataille de Verdun grâce à l'apport du LiDAR et des documents d'archives (cartes militaires, plans directeurs). En définitive, la nature abiotique apparaît non seulement associée à différentes formes de culture (mise en patrimoine, représentations artistiques, imaginaires géographiques) mais elle est aussi un objet hybride, entre le naturel et l'artefactuel, particulièrement adapté à l'analyse géographique.

3. La nature abiotique, une affaire de géosciences (et non de géographes) ?

3.1. Patrimoine géologique versus patrimoine géomorphologique

Promue au niveau international par la Déclaration des droits de la mémoire de la Terre (Digne-les-Bains, 1991 [Pagès 1994]), la notion de « patrimoine géologique » est utilisée dans ce texte fondateur dans son acception la plus large comme, du reste, dans tous les documents officiels traitant du patrimoine géologique en France (voir, par exemple, l'INPG). Le syntagme y est employé peu ou prou comme synonyme de géopatrimoine [De Wever & al. 2014], terme d'apparition plus récente. Ce patrimoine géologique lato sensu, tel qu'il a été défini initialement, inclut donc non seulement des sites et objets géologiques remarquables (roches, minéraux, fossiles) mais aussi le patrimoine géomorphologique et les géomorphosites. De facto, la géomorphologie a été intégrée ici à la géologie, alors qu'il s'agit de deux disciplines dont les problématiques, les méthodes et les objets d'études sont différents. Si le géologue voit la géodiversité comme représentant les différents types de roches d'une région [De Wever & al. 2014], le géomorphologue perçoit surtout la nature abiotique à travers les formes de relief et les paysages [Reynard & Panizza 2005], dans un espace ou au sein d'un territoire, incluant les liens entre les sociétés et leur environnement abiotique. En réalité, les regards des géologues et des géographes-géomorphologues se complètent davantage qu'ils ne s'opposent. Sémantiquement, il apparaît donc plus pertinent d'utiliser le terme géopatrimoine pour définir le patrimoine abiotique dans sa globalité (incluant

⁵ Terme proposé par Jean-Paul Amat (1987) pour désigner les formes de relief anthropogéniques nées des actions de guerre, du grec *polemos* signifiant « guerre ».

le patrimoine géologique et géomorphologique), d'autant qu'il présente l'avantage d'être un parfait équivalent de *geoheritage* en anglais, d'usage international. Dans un contexte de recherches pluridisciplinaires où la nature abiotique, objet d'étude, mérite d'être abordée autant par les sciences de la Terre que par les sciences humaines et sociales, les géographes ont un rôle à jouer dans le renouvellement des regards sur cette nature trop longtemps oubliée ou négligée.

3.2. Les dimensions spatiale et culturelle de la géodiversité : renouveler les regards

Depuis la création d'un working group sur la géodiversité en 2013 au sein de l'AIG (Fig. 1), les géographes apparaissent de plus en plus impliqués dans les recherches sur la géodiversité et sa quantification. Dans ce domaine, l'utilisation des outils d'analyse spatiale (géotraitement, géostatistiques) sous environnement SIG offre des potentialités élevées pour spatialiser, calculer et pondérer des valeurs quantifiées de la géodiversité, lesquelles peuvent ensuite être croisées à des niveaux de menace pour une cartographie des hotspots [Bétard & Peulvast 2019]. Ce type de produit de la recherche devient un outil directement opérationnel pour identifier des zones prioritaires de conservation de la géodiversité, applicable à une échelle régionale ou nationale. L'approche est, en ce sens, complémentaire des stratégies de création d'aires protégées (ex : SCAP⁶) élaborées par échantillonnage territorial (sélection des géosites) sur la base des inventaires géopatrimoniaux.

La reconnaissance de critères culturels comme intrinsèques aux géopatrimoines repousse, elle aussi, les cadres des investigations scientifiques « classiques » vers d'autres espaces (sous-marins, urbains) et d'autres formes (reliefs anthropiques). L'introduction de la dimension territoriale dans les études sur la géodiversité augure des collaborations inédites entre géographes et acteurs territoriaux et des perspectives de recherches innovantes sont mises au jour. La création des néologismes «géo-» n'est pas uniquement une coquetterie de géographes-géomorphologues : cette extension sémantique implique la mobilisation d'entrées classiques de la géographie (paysage, tourisme, géohistoire) qui élargissent les horizons spatiaux et thématiques de la géodiversité. En témoigne la revue *Geoheritage*, créée en 2009, qui accueille à la fois des publications de géographes et de géologues, sur tous types d'espaces.

⁶ La SCAP est une « stratégie nationale visant à améliorer la cohérence, la représentativité et l'efficacité du réseau métropolitain des aires protégées terrestres en contribuant au maintien de la biodiversité, au bon fonctionnement des écosystèmes et à l'amélioration de la trame écologique (...). L'élaboration et la mise en œuvre de cette stratégie constituent une des mesures prioritaires du Grenelle de l'Environnement, définie par la loi n°2009-967 du 3 août 2009 (art.23) ». (Voir le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel <https://inpn.mnhn.fr>)

À l'inverse, l'introduction de la géodiversité dans le champ de la géographie a permis de renouveler le regard sur des espaces étudiés par les géographes (urbains, par exemple) et a ouvert le champ d'investigation patrimonial de la discipline. La publication des travaux sur la géodiversité a aussi redonné une nouvelle visibilité à la géographie physique : la géomorphologie est (à nouveau !) représentée dans des revues de géographie généralistes françaises (*Annales de géographie*, *Géocarrefour*, le *Bulletin de l'AGF* pour ne citer qu'elles). Les revues de géomorphologie (comme *Géomorphologie*, relief, processus, environnement) s'ouvrent à cette géodiversité – et donc à la dimension culturelle – proposant des numéros spéciaux qui lui sont dédiés [Reynard & Panizza 2005, Giusti 2010, Portal & Bétard, en prép.]. Certaines revues ont même développé des sections spéciales comme *Dynamiques Environnementales* et son « Cahier des géomorphosites », à l'interface entre spécialistes et grand public. Enfin, on peut noter que les géomorphosites sont le sujet d'une des trois options de l'épreuve sur dossier de l'agrégation externe en 2019.

3.3. Valoriser et vulgariser les connaissances sur la nature abiotique : l'affaire de tous !

En 2012, la revue *Géocarrefour* publie un double numéro qui interroge l'« invisibilité patrimoniale » des sites géomorphologiques [Giusti 2012]. La question de la « révélation patrimoniale » y est notamment abordée [Cayla & al. 2012], ou comment « rendre accessible et intelligible les géopatrimoines et ainsi permettre de prendre conscience de la (ou des) valeur(s) patrimoniale(s) de ces biens ». Si l'approche culturelle constitue bien un détour pour communiquer sur les valeurs patrimoniales géoscientifiques, la question de la valorisation et de la vulgarisation des connaissances se pose. Faire connaître la terminologie géoscientifique apparaît comme un défi didactique : les enquêtes réalisées par F.B.F. Joly [2002], par J.-P. Pralong [2006] et par M. Moreau [2010] sur la connaissance du mot « géomorphologie » et, plus largement, des disciplines des sciences de la Terre, ont montré que le grand public était peu initié à ces domaines de connaissance. Ce constat effectué, les géoscientifiques – géographes et géologues – ont proposé un véritable parcours de vulgarisation [Lageat & Nicolazo 2009, Sellier 2009 ; Cayla et al. 2012, Martin 2013]. La publication d'ouvrages et de beaux livres, d'échelle nationale ou régionale et à destination d'un grand public, participe à cette diffusion [Ambert 2004, Jonin 2006, Bichet & Campy 2008, Michel 2008, Fort & André 2014]. Les géographes qui se sont intéressés à ces questions didactiques sont unanimes sur l'importance de considérer les différents types de publics [Pralong 2006, Ambert 2009, Martin 2013] et d'adapter les moyens, les discours et le vocabulaire utilisés [Marthaler 2003, Summermatter 2003]. Les études menées sur des espaces spécifiques [Pralong 2006, Ambert 2009, Cayla 2009] ont alimenté les réflexions sur l'accessibilité à l'information selon des problématiques bien identifiées. Nos collègues suisses

s'intéressent à l'utilisation de la cartographie géomorphologique et aux différentes formes que la médiation peut prendre, in situ et ex situ [Regolini-Bissig & Martin 2012, Pica & al. 2018]. À titre d'exemple, une opération de valorisation intégrée de la géodiversité en Île-de-France a récemment été conduite sur le géomorphosite des Vaux-de-Cernay (Yvelines), en forêt de Rambouillet [Bétard 2017b]. Initiée par le Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse, cette opération a permis d'associer parcours extérieurs sous forme de sentiers d'interprétation (valorisation in situ) et musée de site multithématique dans un ancien moulin à eau réhabilité en centre d'interprétation (valorisation ex situ) (Fig. 2).

Au-delà du détour culturel par la peinture (cf. colonie de peintres paysagistes de Cernay au XIXe siècle), le paysage y est appréhendé sous un angle géomorphologique et hydraulique, aussi bien sur les parcours extérieurs (panneaux didactiques) que dans l'espace muséographique (e.g., maquette 3D avec système de projection multimédia). L'histoire du relief, la formation du chaos gréseux et un phénomène original de capture hydrographique y sont présentés de façon ludique, contribuant à diffuser les connaissances scientifiques et à vulgariser la géomorphologie auprès de publics non-spécialistes.

Conclusion

Cette contribution montre que la nature abiotique n'est plus ignorée des géographes et bénéficie actuellement d'un regain d'intérêt. La diversité des démarches et des méthodes de recherche et l'internationalisation du sujet lui permettent une réelle représentativité scientifique, nationale et internationale. Cependant, elle s'apparente toujours à une niche plutôt qu'à un sujet d'étude récurrent et incontournable. Pour autant, la vivacité des publications et l'originalité des recherches menées sur le thème montrent que si la nature abiotique n'est pas une nature ignorée, elle n'apparaît pas non plus comme une nouvelle forme de nature.

Deux explications peuvent être proposées : d'abord, la nature abiotique n'est pas identifiée comme objet de nature par les géographes, comme le sont de fait la biodiversité et les éléments qui s'y rapportent. Les géographes-géomorphologues travaillent traditionnellement sur les processus de formation et d'évolution des reliefs, sur des temporalités courtes ou beaucoup plus longues (géoarchéologie). Les connaissances trouvent leurs applications sociétales dans les domaines de la gestion des risques et dans la reconstitution des paléoenvironnements, par exemple. Considèrent-ils pour autant qu'ils travaillent sur un objet « naturel », comme le ferait un géographe qui étudie les forêts, soit un milieu « naturel » vivant ? Ensuite, la nature abiotique n'est pas encore suffisamment intégrée à l'espace géographique.

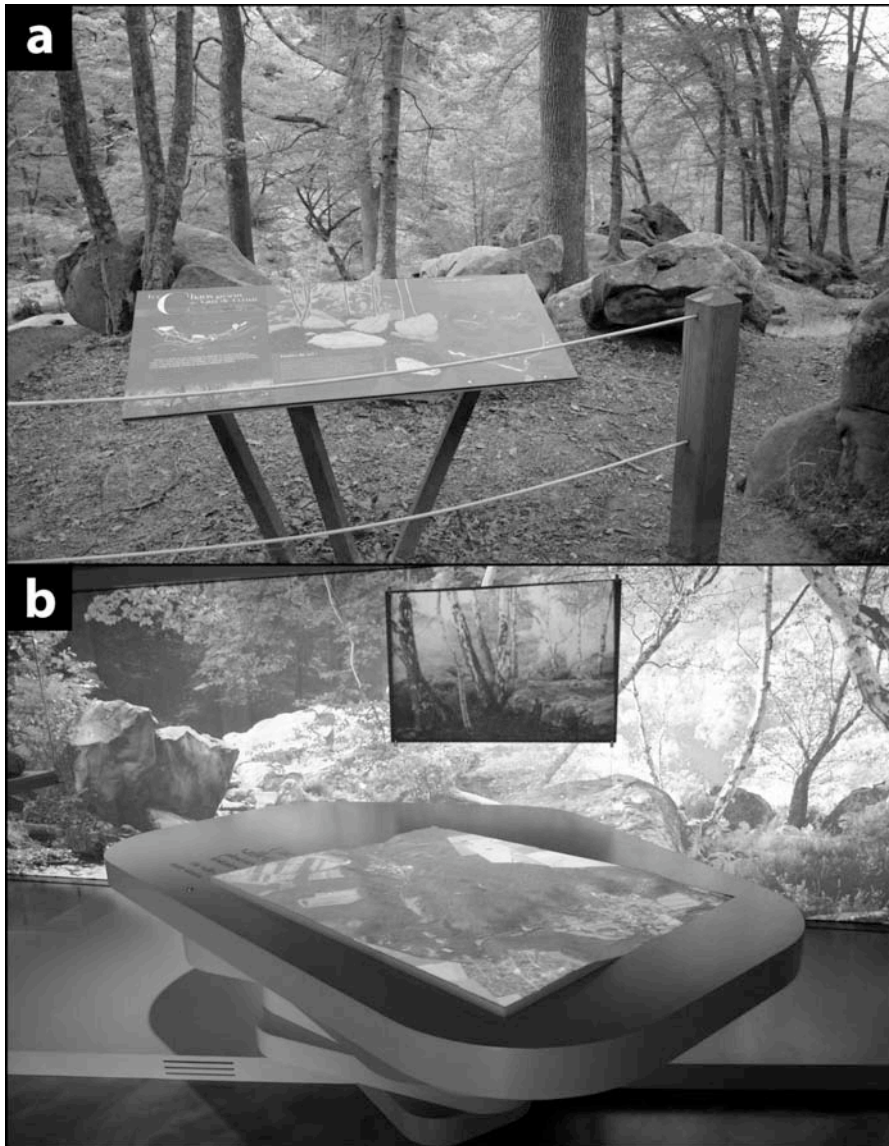


Figure 2 – Valorisation et vulgarisation du patrimoine géomorphologique sur le site des Vaux-de-Cernay (Yvelines).

(a) Valorisation in situ : panneau d'interprétation géodidactique sur la formation du chaos gréseux et le phénomène de capture hydrographique ;

(b) Valorisation ex situ : maquette 3D reconstituant le relief des Vaux-de-Cernay et retraçant l'évolution géomorphologique du site depuis le retrait de la mer stampienne il y a 30 millions d'années.

Photos : F. Bétard.

Comme le paysage, objet transdisciplinaire et mobilisant de multiples approches, la nature non-vivante est abordée par plusieurs disciplines qui peuvent avoir des difficultés à se rencontrer, à cause de divisions dichotomiques universitaires (géosciences/humanités), intra-disciplinaires (géographie sociale/géographie physique) et méthodologiques (qualitatif/quantitatif). Les critères d'évaluation élargis (géomorphosites), les sujets de recherche croisés, l'ouverture à l'approche culturelle et patrimoniale, les innovations technologiques, entre autres, montrent que ces oppositions semblent heureusement se gommer progressivement. La complémentarité des approches est une spécificité de la recherche sur la nature abiotique, tout comme elle l'est pour la nature vivante (biogéographie, écologie, microbiologie...). Dans un contexte géographique, elle lui confère une dimension topologique. La reconnaissance internationale (UNESCO), la création d'espaces protégés labellisés qui lui sont directement dédiés (réserves géologiques, géoparcs), son insertion dans les réflexions menées sur l'Anthropocène (groupe de travail de l'AIG) lui attribuent un rôle de premier plan dans l'appréciation des territoires dont les méthodes d'analyse sont propres aux géographes : quelles sont les conséquences de la création de géoparcs sur l'organisation et la représentation de l'espace concerné ? Quel rôle joue la connaissance de la formation des reliefs anthropiques dans la relation des sociétés aux lieux ? Quels sont les liens entre les habitats (la géodiversité) et les espèces (la biodiversité) ? Dans un contexte d'intense questionnement sur l'évolution des environnements humains et non- humains, la nature non-vivante n'est vraiment pas une nature morte !

Références bibliographiques

- ALLEN, S. & MC QUADE, M. (2011) – *Landform Building: Architecture's New Terrain*, Princetown University School, Lars Müller ed., 480 p.
- AMAT, J.-P. (1987) – « Guerre et milieux naturels : les forêts meurtries de l'Est de la France, 70 ans après Verdun », *L'Espace Géographique*, vol. 16, n°3, pp. 217-233
- AMBERT, M. (2004) – *Hérault, miroir de la Terre*, Orléans, Éditions du BRGM, 158 p.
- AMBERT, M. (2009) – « Vulgarisation et valorisation du patrimoine géologique et géomorphologique en Languedoc-Roussillon : retour d'expériences », *Géographies, Bulletin de l'Association de Géographes Français*, vol. 86, n°1, pp. 82-95, https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_2009_num_86_1_2656
- AMUNDSON, R., RICHTER, D.D., HUMPHREYS, G.S., JOBBÁGY, E.G. & GAILLARDET, J. (2007) – « Coupling between Biota and Earth Materials in the Critical Zone », *Elements*, vol. 3, n°5, pp. 327-332
- BERQUE, A. (2006) – « Géogramme », in P. Aubry (dir.), *Mouvance II. Soixante-dix mots pour le paysage*, Paris, Édition de la Villette, 120 p.
- BÉTARD, F. (2017a) – *Géodiversité, biodiversité et patrimoines environnementaux. De la connaissance à la conservation et à la valorisation*, Mémoire d'HDR, Université Paris-Diderot, vol. 1, 270 p.

- BÉTARD, F. (2017b) – « Le chaos gréseux des Vaux-de-Cernay. Valorisation d'un géomorphosite majeur en Île-de-France », *Dynamiques Environnementales*, Cahier « Géomorphosites », n°37, pp. V-VIII
- BÉTARD, F., HOBLEA, F. & PORTAL, C. (2017) – « Les géopatrimoines, de nouvelles ressources territoriales au service du développement local », *Annales de Géographie*, n° 717, pp. 523-543, <https://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2017-5-page-523.htm>
- BÉTARD, F. & PEULVAST, J.-P. (2019, à paraître) – « Geodiversity Hotspots: Concept, Method and Cartographic Application for Geoconservation Purposes at a Regional Scale », *Environmental Management*, doi:10.1007/s00267-019-01168-5
- BICHET, V. & CAMPY, M. (2008) – *Montagnes du Jura : Géologie et paysages*, Paris, NEO Éditions, 304 p.
- BRANTLEY, S.L., GOLDBERGER, M.B. & RAGNARSDOTTIR, K.V. (2007) – « Crossing Disciplines and Scales to Understand the Critical Zone », *Elements*, vol. 3, n°5, pp. 307-314
- BUREK, C.V. & PROSSER, C.D. (2008) – *The History of Geoconservation*, London, The Geological Society, 312 p.
- CAYLA, N. (2009) – *Le patrimoine géologique de l'arc alpin : de la médiation scientifique à la valorisation géotouristique*, Thèse de doctorat de Géographie, Université de Savoie, 307 p.
- CAYLA, N., HOBLEA, F., BIOT, V., DELAMETTE, M. & GUYOMARD, A. (2012) – « De l'invisibilité des géomorphosites à la révélation géopatrimoniale », *Géocarrefour*, vol. 87, n°3-4, pp. 171-186, <https://journals.openedition.org/geocarrefour/8817>
- CORENBLIT, D., GURNELL, A.M., STEIGER, J. & TABACCHI, E. (2008) – « Reciprocal Adjustments between Landforms and Living Organisms: Extended Geomorphic Evolutionary Insights », *Catena*, vol. 73, n°3, pp. 261-273
- DECAËNS, T., JIMENEZ, J.J., GIOIA, C., MEASEY, G.J. & LAVELLE, P. (2006) – « The Values of Soil Animals for Conservation Biology », *European Journal of Soil Biology*, n°42, pp. S23-S38
- DE MATOS-MACHADO, R. (2018) – *Paysages de guerre et LiDAR : de la caractérisation des polémoformes à la conservation des patrimoines naturel et culturel de la forêt domaniale de Verdun (Meuse, France)*, Thèse de Doctorat de Géographie, Université Paris-Diderot, 590 p.
- DE WEVER, P. (2012) – *Temps de la Terre, Temps de l'Homme*, Paris, Albin Michel, 211 p.
- DE WEVER, P., LE NÉCHET, Y. & CORNÉE, A. (2014) – *Géopatrimoines en France*, Mémoire Hors Série, Société Géologique de France, n°14, 180 p.
- DI MÉO, G. (2008) – « Processus de patrimonialisation et construction des territoires », in *Regards sur le patrimoine industriel*, Actes du colloque « Patrimoine et industrie en Poitou-Charentes : connaître pour valoriser », 12-14 septembre 2007, Poitiers-Châtelleraut, Gestes éditions, pp. 87-109
- ÉTIENNE, S. (2010) – « Biogeomorphology: as Fundamental as Fun », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 16, n°4, pp. 323-326
- FORT, M. & ANDRÉ, M.-F. (eds.) (2014) – *Landscapes and Landforms of France. World Geomorphological Landscapes*, Springer, Dordrecht, 274 p.
- FRANÇOIS, H., HIRCZAK, M. & SENIL, N. (2006) – « Territoire et patrimoine : la co-construction d'une dynamique et de ses ressources », *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°5, pp. 683-700, <https://www.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2006-5-page-683.htm>

- GAUCHON, C. (2012) – « Un géomorphosite qui sème la discorde : les arches naturelles de la Grande Chartreuse (Isère, France) », *Géocarrefour*, vol. 87, n°3-4, pp. 249-259, <https://journals.openedition.org/geocarrefour/8835?lang=fr>
- GRANDGIRARD, V. (1997) – « Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel. La mémoire de la Terre est notre mémoire », *Geographica Helvetica, Revue suisse de géographie*, n°2, pp. 47-56, <https://www.geogr-helv.net/52/47/1997/gh-52-47-1997.pdf>
- GIUSTI, C., (ed.) (2010) – « Des géosites aux géomorphosites : comment décoder le paysage ? Processus géodynamiques, modelés et formes du relief, environnements passés et actuels », *Géomorphologie, relief, processus, environnement*, vol. 16, n°2, pp. 123-255, <https://journals.openedition.org/geomorphologie/7880?lang=en>
- GIUSTI, C., (ed.) (2012) – « Les sites d'intérêt géomorphologique: un patrimoine invisible? », *Géocarrefour*, vol. 87, n°3-4, pp. 151-281, <https://journals.openedition.org/geocarrefour/8770>
- GIUSTI, C. (2014) – « Deux dimensions du beau en géomorphologie. Essai sur le critère esthétique dans les sciences du relief », *L'Information géographique*, vol. 78, n°3, pp. 80-102, <https://www.cairn.info/revue-l-information-geographique-2014-3-page-80.htm>
- GRAY, M. (2013) – *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, 2e éd., Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 508 p.
- GRENIER, C. (2000) – *Conservation contre nature. Les îles Galápagos*, Montpellier, IRD Éditions, 376 p.
- IBÁÑEZ, J.J., KRASILNIKOV, P.V. & SALDAÑA, A. (2012) – « Archive and Refugia of Soil Organisms: Applying a Pedodiversity Framework for the Conservation of Biological and Non-Biological Heritages », *Journal of Applied Ecology*, vol. 49, n°6, pp. 1267-1277
- JOLY, F.B.F. (2002) – *Le patrimoine géomorphologique : concept, évaluation, médiation. Application au cas du littoral du Nord-Pas-de-Calais*, Thèse de Doctorat de Géographie, université de Lille, Atelier National de Reproduction des Thèses, 291 p.
- JONIN, M. (2006) – *Mémoire de la Terre : patrimoine géologique français*, Paris, Delachaux et Niestlé, 191 p.
- LAGEAT, Y. & NICOLAZO, J. (2009) – « L'invention de la côte de granite rose (Bretagne) et les étapes de la valorisation d'un géomorphosite », *Géographies, Bulletin de l'Association de Géographes Français*, vol. 86, n°1, pp. 125-135, https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_2009_num_86_1_2659
- GIUSTI, C., (dir.) (2009) – Colloque international « *Géomorphosites 2009 : imagerie, inventaire, mise en valeur et vulgarisation du patrimoine géomorphologique*. Geomorphosites 2009: raising the profile of geomorphological heritage through iconography, inventory and promotion », Paris 10-12 juin 2009. Deux volumes de résumés, 192 p.
- MARTHALER, M., (2003) – « La mémoire de la Terre cachée derrière les panoramas », in E. Reynard, C. Holzmann, et al. (dir.), *Géomorphologie et tourisme*, Travaux et Recherches, n°24, Institut de géographie, Université de Lausanne, pp. 105-114
- MARTIN, S. (2013) – *Valoriser le géopatrimoine par la médiation indirecte et la visualisation des objets géomorphologiques*, *Géovisions*, n°41, Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité, 271 p.
- MICHEL, F. (2008) – *Le tour de France d'un géologue. Nos paysages ont une histoire*, Paris, Delachaux et Niestlé / BRGM, 383 p.
- MICOUD, A. (2005) – « La patrimonialisation ou comment redire ce qui nous relie (un point de vue sociologique) », in C. Barrère, D. Bathélemy, M. Nieddu, F.-D. Vivien, *Réinventer le patrimoine. De la culture à l'économie, une nouvelle pensée du patrimoine ?*, Paris, L'Harmattan, pp. 81-96

-
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005) – *Ecosystems & Human Well-Being, Synthesis Report*, Washington D.C., Island Press, 160 p.
 - MOREAU, M. (2010) – « Visual Perception of Changes in a High Mountain Landscape: the Case of the Retreat of the Évettes Glacier (Haute-Maurienne, northern French Alps) », *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, vol. 16, n°2, pp. 165-174
 - MOTTE, E. (2017) – *Iconographie et géomorphologie : l'usage de représentations artistiques des rivages comme outil de connaissance de l'évolution du littoral*, Thèse de Doctorat de Géographie, Université Rennes 2, 434 p.
 - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2001) – *Basic Research Opportunities in Earth Science*, Washington, D.C., National Academies Press, 153 p.
 - NEWSOME, D., DOWLING, R. (2006) – *Geotourism*, Oxford, Elsevier, 260 p.
 - O'HALLORAN, D., GREEN, C., HARLEY, M. & KNILL, J. (1994) – *Geological and Landscape Conservation*, London, The Geological Society, 530 p.
 - PAGÈS, J.-S. (1994) – *Actes du Premier Symposium international sur la protection du patrimoine géologique*, Digne-les-Bains, 11-16 juin 1991, Mémoire de la Société Géologique de France, n°165, 276 p.
 - PANIZZA, M. (2001) – « Geomorphosites: Concepts, Methods and Examples of Geomorphological Survey », *Chinese Science Bulletin*, n°46, pp. 4-6
 - PANIZZA, M. & PIACENTE, S. (2003) – *Geomorfologia culturale*, Bologne, Pitagora ed., 350 p.
 - PICA, A., REYNARD, E., GRANGIER, L., KAISER, C., GHIRALDI, L., PEROTTI, L. & DEL MONTE, M. (2018) – « GéoGuide, Urban Geotourism Offer Powered by Mobile Application Technology », *Geoheritage*, vol. 10, n°2, pp. 311-326
 - PIÉGAY, H. (1997) – « Interactions between Floodplain Forests and Overbank Flows: Data from Three Piedmont Rivers of South-Eastern France », *Global Ecology and Biogeography Letters*, n°6, pp. 187-196
 - PORTAL, C. (2013) – « Patrimonialiser la nature abiotique ordinaire », *L'Espace Géographique*, vol. 42, n°3, pp. 213-226, <https://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2013-3-page-213.htm>
 - PORTAL, C. (2014) – « Appréhender le patrimoine géomorphologique. Approche géohistorique de la patrimonialité des reliefs par les documents d'archives. L'exemple du Parc National de Killarney (Kerry, Irlande) », *Géomorphologie, relief, processus, environnement*, pp. 15-26
 - PORTAL, C. (2017) – « La montagne artificielle : une nouvelle forme artialisée de la nature ? », *Revue de Géographie Alpine / Journal of Alpine Research*, vol. 105, n° 2, <https://journals.openedition.org/rga/3672>
 - PORTAL, C. & BÉTARD, F. (en prép.) – La géodiversité représentée. Entre art, sciences et imaginaires géographiques, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n° thématique.
 - PORTAL, C., KERGUILLEC, R. (2018) – « The Shape of a City: Geomorphological Landscapes, Abiotic Urban Environment and Geoheritage in the Western World: the Example of Parks and Gardens », *Geoheritage*, vol. 10, n°1, pp. 67-78
 - 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)*, Travaux et recherches, n°32, Thèse de Doctorat de Géographie, Université de Lausanne, 224 p.
 - REGOLINI-BISSIG, G. & MARTIN, S. (2012) – « Bâtir la médiation de la géomorphologie sur ce qui est vu. Une première approche de la perception des formes du relief alpin par les non-spécialistes », *Géocarrefour*, vol. 87, n°3-4, pp. 199-210, <https://journals.openedition.org/geocarrefour/8892>

- REYNARD, E. & PANIZZA, M., (ed.) (2005) – « Géomorphosites : définition, évaluation et cartographie », *Géomorphologie, relief, processus, environnement*, vol. 11, n°3, pp. 175-246, <https://journals.openedition.org/geomorphologie/42>
- ROGER, A. (2006) – « Artialisation », in P. Aubry (dir.), *Mouvance II, Soixante-dix mots pour le paysage*, Paris, Édition de la Villette, pp. 30-31
- SELLIER, D. (2009) – « La vulgarisation du patrimoine géomorphologique : objets, moyens et perspectives », *Géographies, Bulletin de l'Association de Géographes Français*, vol. 86, n°1, pp. 67-81, https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_2009_num_86_1_2655
- SELLIER, D. & PORTAL, C. (2018) – « Modalités de l'appropriation patrimoniale des reliefs », *Physio- Géo*, vol. 12, n°1, pp. 105-124, <https://journals.openedition.org/physio-geo/6233>
- SHARPLES, C. (1993) – *A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes*, Technical Report, Forestry Commission Tasmania, Hobart, Tasmania, 31 p..
- SUMMERMATTER, N. (2003) – « Quelques réflexions sur les techniques scripto-illustratives utilisées dans les brochures relatives aux itinéraires didactiques », in E. Reynard, C. Holzmann et al. (eds.), *Géomorphologie et tourisme*, Travaux et recherches, n°24, Institut de géographie, Université de Lausanne, pp. 129-144
- VESCHAMBRE, V. (2008) – *Traces et mémoires urbaines. Enjeux spatiaux de la patrimonialisation et de la démolition*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 318 p.
- VILES, H.A. (Ed.) (1988) – *Biogeomorphology*, Blackwell, Oxford, 352 p.
- WIEDENBEIN, F.W. (1993) – *Geotope Protection for Europe. Geological Heritage*, Erlangen, University Erlangen-Nuremberg, 60 p.
- ZOUROS, N. (2004) – « The European Geoparks Network. Geological Heritage Protection and Regional Development », *Episodes*, vol. 27, n° 3, pp. 165-171
- ZWOLINSKI, Z. (2004) – « Geodiversity », in A. Goudie (dir.), *Encyclopedia of Geomorphology*, vol. 1, London, Routledge-Taylor & Francis, pp. 417-418