



HAL
open science

Visiter les glaciers, une forme de géotourisme ? Les cas du Montenvers (Mer de Glace, France) et de Jökulsárlón (Breiðamerkurjökull, Islande)

Jonathan Bussard, Emmanuel Salim, Johannes Welling

► To cite this version:

Jonathan Bussard, Emmanuel Salim, Johannes Welling. Visiter les glaciers, une forme de géotourisme ? Les cas du Montenvers (Mer de Glace, France) et de Jökulsárlón (Breiðamerkurjökull, Islande). *Géo-Regards*: Revue Neuchâteloise de Géographie, 2022, 10.33055/GeoRegards.2021.014.01.139 . hal-03640033

HAL Id: hal-03640033

<https://hal.science/hal-03640033>

Submitted on 30 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VISITER LES GLACIERS, UNE FORME DE GÉOTOURISME ? LES CAS DU MONTENVERS (MER DE GLACE, FRANCE) ET DE JÖKULSÁRLÓN (BREIÐAMERKURJÖKULL, ISLANDE)

Jonathan BUSSARD¹, Emmanuel SALIM², Johannes WELLING³

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

² Laboratoire EDYTEM, Université Savoie-Mont-Blanc, France

³ Hornafjörður Research Center, University of Iceland, Iceland
jonathan.bussard@unil.ch / emmanuel.salim@univ-smb.fr

RÉSUMÉ

Le géotourisme s'intéresse à la valeur géoscientifique et à la compréhension des géosites et des géomorphosites, dont certains sites glaciaires font partie. Le tourisme glaciaire prend place sur ou autour des glaciers, mais ne s'intéresse pas forcément à leur dimension géoscientifique. Sur la base d'une série d'entretiens réalisés avec des gestionnaires et des prestataires touristiques de deux sites glaciaires emblématiques en France et en Islande, cet article montre que le tourisme glaciaire d'aujourd'hui dépasse largement les considérations esthétiques et intègre des questions de compréhension du géopatrimoine et des impacts importants et rapides du changement climatique sur les paysages glaciaires, ce qui en fait une pratique géotouristique.

Mots-clés : *tourisme glaciaire, géotourisme, géopatrimoine, Montenvers (France), Jökulsárlón (Islande).*

INTRODUCTION

Le concept de géotourisme, dont l'objectif est de favoriser la protection de la nature abiotique par l'éducation aux sciences de la Terre (PRALONG, 2006; NEWSOME, DOWLING, 2010), s'inscrit dans le champ du tourisme de nature, dont il est une catégorie spécifique axée sur la géologie et la géomorphologie. La première

définition, proposée par HOSE (1995, p. 17), se réfère à l'installation de services d'interprétation qui permettent aux visiteurs d'acquérir des connaissances et une compréhension de la géologie et de la géomorphologie d'un site au-delà d'une simple appréciation esthétique. Contraction de tourisme géologique, le géotourisme a ensuite été défini de manière plus large comme une forme de tourisme de nature axée sur la géologie et le paysage, comme le suggère la définition de référence :

« Geotourism is a form of natural area tourism that specifically focuses on geology and landscape. It promotes tourism to geosites and the conservation of geo-diversity and an understanding of earth sciences through appreciation and learning. This is achieved through independent visits to geological features, use of geo-trails and view points, guided tours, geo-activities and patronage of geosite visitor centres » (NEWSOME et DOWLING, 2010, p. 4)¹.

Dans leur revue de littérature, ÓLAFSDÓTTIR et TVERJONNAITE (2018) ont montré que la très vaste majorité des publications sur le géotourisme lient étroitement ce concept avec celui de géopatrimoine, qui désigne les objets géologiques et géomorphologiques reconnus par la société (ou par certains observateurs) comme porteurs de caractéristiques suffisamment importantes pour être préservés et transmis aux générations futures (DI MÉO, 2008). La « valeur géoscientifique » (REYNARD, 2004) d'un objet géologique, c'est-à-dire son « importance particulière pour la compréhension de l'histoire de la Terre » (GRANDGIRARD, 1997, p. 48), permet de justifier sa reconnaissance patrimoniale. Par exemple, des blocs erratiques ont été protégés en Suisse dès 1838, sous l'impulsion des milieux scientifiques et de l'Académie suisse des sciences naturelles, car ils constituaient des preuves décisives dans la validation de la théorie glaciaire (AUBERT, 1989). Les formes du relief ayant une valeur géoscientifique sont regroupées sous le terme de « géomorphosite », contraction de site géomorphologique (PANIZZA, 2001 ; REYNARD, PANIZZA, 2005). Les géomorphosites ont trois caractéristiques spécifiques qui les distinguent d'autres catégories de géosites : l'imbrication d'échelles, la dimension dynamique et la dimension esthétique (REYNARD, 2009). Ces caractéristiques font que, parmi les éléments qui composent le géopatrimoine, les géomorphosites sont probablement parmi les plus intéressants pour le géotourisme. Ils rendent en effet possible l'observation directe de processus actifs à la surface de notre planète, illustrent de manière lisible comment les paramètres climatiques et géologiques interagissent dans la formation des paysages et sont souvent décrits comme des monuments naturels d'une grande valeur esthétique (REYNARD, 2021).

Les paysages glaciaires illustrent bien ce propos : ces témoins des variations climatiques ont un grand intérêt géoscientifique qu'il est facile de communiquer auprès du public et, en même temps, ils constituent des paysages d'une beauté exceptionnelle. L'imbrication des valeurs à la fois esthétiques, culturelles et scientifiques a participé

¹ Traduction : « Le géotourisme est une forme de tourisme de nature qui se concentre spécifiquement sur la géologie et le paysage. Il encourage le tourisme dans les géosites, la protection de la géodiversité et la compréhension des sciences de la Terre par l'appréciation et l'apprentissage. Cet objectif est atteint grâce à des visites indépendantes des particularités géologiques, à l'utilisation de sentiers didactiques et de points de vue, à des visites guidées, à des activités géologiques et à la fréquentation de centres d'accueil de visiteurs. »

à la construction de sites touristiques autour des grands glaciers à travers le monde. Le développement du tourisme glaciaire défini, suivant les auteurs, comme une activité touristique prenant place sur ou autour des glaciers (SALIM *et al.*, 2021a), est généralement considéré, en Europe, comme ayant pris naissance autour de la Mer de Glace en France en 1741 avec la visite des Anglais W. Windham et R. Pockocke (JOUTARD, 1986). Le tourisme glaciaire alpin s'est ensuite développé autour de destinations phares comme Grindelwald (Suisse), Zermatt (Suisse) ou encore autour du glacier du Pasterze (Autriche). D'autres glaciers à travers le monde ont également été utilisés comme support au développement touristique, par exemple les glaciers Fox et Franz Josef en Nouvelle-Zélande (SALIM, 2020), Athabasca au Canada (WEBER *et al.*, 2019) ou encore le glacier du Bashui en Chine (WANG *et al.*, 2010). Si on peut considérer que la valeur scientifique des glaciers a été prépondérante dans les premières visites, par exemple dans le cas de Scheuchzer au glacier du Rhône ou de Saussure à la Mer de Glace, la valeur esthétique semble prédominante aujourd'hui (LEMIEUX *et al.*, 2018; SALIM, RAVANEL, 2020). Le tourisme glaciaire centré sur la valeur esthétique semble pourtant remis en cause par les évolutions liées au changement climatique et son impact fort sur les glaciers à travers le monde (BOSSON *et al.*, 2019).

Le changement climatique impacte le tourisme glaciaire, notamment par le poids qu'il fait peser sur les dynamiques géomorphologiques en haute montagne (EINHORN *et al.*, 2015). Le réchauffement climatique entraîne un retrait généralisé de la cryosphère mondiale. BOSSON *et al.* (2019) estiment que 30 à 60% du volume actuel de glace situé dans des espaces classés au patrimoine mondial de l'UNESCO pourraient avoir disparu d'ici 2100. Cette évolution rapide des glaciers entraîne des processus paraglaciers, définis comme des processus non glaciaires directement provoqués par le recul des glaciers (BALLANTYNE, 2002). À titre d'exemple, le glacier d'Aletsch (plus grand glacier alpin) a perdu plus de 3 km de longueur entre 1870 et 2019 (GLAMOS, 2019), entraînant la mise en mouvement de ses versants latéraux sous l'effet de la décompression postglaciaire (Kos *et al.*, 2016). D'autres événements peuvent être mentionnés, comme la déstabilisation du refuge de la Pilate (Massif des Écrins, France), liée à la décompression postglaciaire (DUVILLARD *et al.*, 2018). Outre les questions liées à la stabilité des versants, le retrait glaciaire entraîne une modification du paysage alpin. Les formes glaciaires laissent place à des formes proglaciaires qui sont généralement peu connues du grand public (MOREAU, 2010). Certains glaciers voient leur couverture détritique augmenter en superficie ce qui « engrise » le paysage et est généralement perçu négativement par les visiteurs (GARAVAGLIA *et al.*, 2012; STEWART *et al.*, 2016). Le recul des glaciers et les changements paysagers spectaculaires qu'ils induisent ont fait l'objet de nombreuses publications vulgarisées, notamment des comparaisons de photographies prises du même point de vue, mais à des dates différentes (par exemple l'ouvrage de DUMOULIN *et al.*, 2010 dans les Alpes et le film *After Ice* de BAXTER *et al.*, 2021 en Islande), qui permettent au lecteur et au spectateur de constater la rapidité du retrait glaciaire. Ces évolutions paysagères placent donc les glaciers comme des marqueurs évidents du changement climatique. Ainsi, les sites touristiques glaciaires semblent devenir les nouvelles « destinations de la dernière chance » : les visiteurs identifient les glaciers comme des espèces en voie de disparition et viennent les observer avec le désir de les voir avant qu'il ne soit trop tard

(STEWART *et al.*, 2016; LEMIEUX *et al.*, 2018). Cette forme de tourisme conceptualisé autour du «*Last Chance Tourism*» (LEMELIN *et al.*, 2010) comporte une volonté de la part des visiteurs de constater le retrait glaciaire, mais également de mieux comprendre les processus climatiques en cours (SALIM, RAVANEL, 2020).

Cet article vise à montrer que le tourisme glaciaire d'aujourd'hui dépasse largement les considérations esthétiques et intègre des questions de compréhension du patrimoine géomorphologique et de l'impact des changements climatiques (AMELOT, 2020), ce qui en fait une pratique géotouristique. Jusqu'à maintenant, très peu de publications sur le géotourisme ont abordé la question du point de vue des acteurs, en particulier les gestionnaires et prestataires touristiques (ÓLAFSDÓTTIR, TVERIJONAITE, 2018). Cet article apporte un éclairage original de ce point de vue. Notre hypothèse de travail suggère que les gestionnaires des sites touristiques glaciaires ont un niveau de sensibilisation élevé à la valeur géoscientifique des paysages glaciaires, qui se traduit concrètement par des mesures de gestion visant à protéger et à valoriser ce patrimoine.

SITES D'ÉTUDE

Notre propos se base sur des travaux de terrain effectués autour de deux sites glaciaires : le lac Jökulsárlón en Islande, situé à proximité du glacier Breiðamerkurjökull et le point de vue du Montensvers en France, qui domine le front de la Mer de Glace (figure 1). Ces sites ont été choisis sur la base des deux critères de sélection suivants : (1) leur valeur géoscientifique est élevée – on peut donc parler de géomorphosites – et (2) ils font l'objet d'une fréquentation touristique importante.

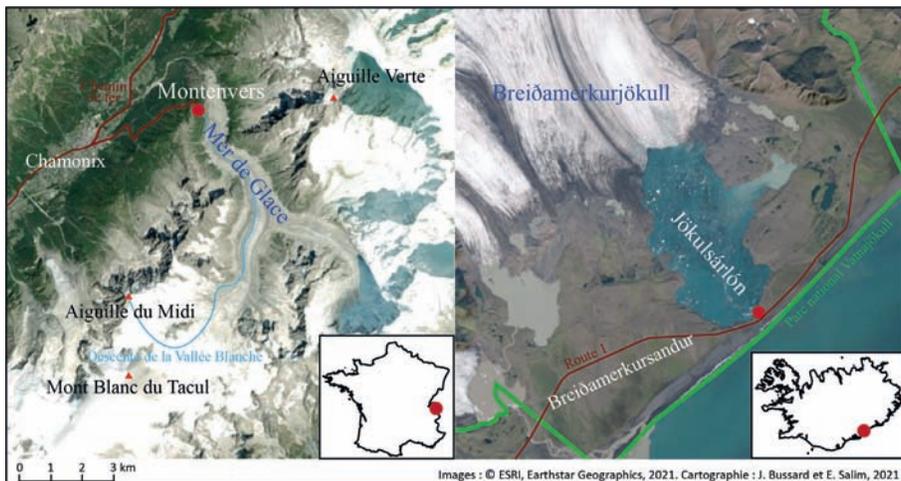


Figure 1 : Localisation des sites d'étude, Montensvers (Mer de Glace, France) et Jökulsárlón (Breiðamerkurjökull, Islande).

LE SITE DU JÖKULSÁRLÓN (BREIÐAMERKURJÖKULL, ISLANDE)

Le Breiðamerkurjökull (commune de Hornafjörður, SE de l'Islande) est un grand glacier issu de la calotte du Vatnajökull. Le front du glacier, large de plus de 12 km, termine sa course en partie dans un lac proglaciaire appelé Jökulsárlón et en partie dans une plaine d'épandage fluvio-glaciaire nommée Breiðamerkursandur. Alimenté par d'abondantes précipitations, ce glacier tempéré est très dynamique. Durant le Petit Âge glaciaire (PAG), il a avancé de plusieurs kilomètres, recouvrant des terrains cultivés, des zones habitées et des forêts et atteignant ses dimensions maximales entre 1850 et 1890 (BJÖRNSSON, 1996, 2017). Le front actuel du glacier est situé 8 km en retrait par rapport à ses dimensions de 1890 et plonge dans le Jökulsárlón à l'endroit où l'ombilic qu'il a creusé serait le plus profond, soit environ 300 m (BJÖRNSSON, 1996). Les variations importantes de température et de salinité au cours des saisons, à différentes profondeurs et à différents endroits, créent une dynamique puissante et génèrent des courants circulaires qui déplacent continuellement les icebergs produits par le glacier (figure 2).

La marge proglaciaire est constituée d'une grande variété de formes telles que des crêtes morainiques, des eskers (crêtes de dépôts fluvio-glaciaires), des kames et des kettles (ensemble de collines et de dépressions formées par le dépôt de sédiments lors du retrait d'un glacier), des anciens lits fluviaux, des petits lacs proglaciaires et de nombreux placages morainiques, parfois flûtés ou assortis de drumlins (dépôts sous-glaciaires modelés sous forme de collines allongées par le passage du glacier). Ces formes relatent la dynamique passée du glacier et portent les traces des événements qui ont marqué la période de déglaciation. Elles ont fait l'objet de descriptions, d'analyses détaillées et de cartographies qui ont permis d'établir un modèle du fonctionnement des systèmes glaciaires actifs tempérés, sur la base du cas d'école que représente la marge proglaciaire du Breiðamerkurjökull (PRICE, 1969 ; EVANS,



Figure 2: Le lac proglaciaire Jökulsárlón et ses icebergs. © J. Bussard, septembre 2020.

2016). La valeur géoscientifique très élevée de ce site fait partie intégrante des raisons de l'inscription du Parc national du Vatnajökull sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO en 2019 (BALDURSSON *et al.*, 2018). La calotte du Vatnajökull fait partie depuis 2008 du parc national qui porte son nom. Toutefois, ce n'est qu'en 2017 que l'intégralité de la plaine d'épandage fluvio-glaciaire du Breiðamerkurjökull a été intégrée dans les limites du parc national. Cette acquisition permet au Parc national du Vatnajökull d'être le principal gestionnaire de ce territoire, en particulier en ce qui concerne la définition de zones protégées, le développement des infrastructures touristiques et l'octroi de permis aux agences touristiques.

Jökulsárlón est l'un des sites naturels les plus visités d'Islande, avec plus de 800 000 visiteurs en 2019, ce qui représente une augmentation de 140 % par rapport à l'année 2014 (ÞÓRHALLSDÓTTIR, ÓLAFSSON, 2020). Bien que le Jökulsárlón couvre une superficie d'environ 18 km², la grande majorité des touristes ne visite que la partie la plus au sud du lac, située au bord de la route principale et où se regroupent de nombreux icebergs flottants. Outre le lac lui-même, les grottes de glace exploitées en bordure du Breiðamerkurjökull constituent une autre attraction du site d'étude pour une part croissante de touristes pendant les mois d'hiver (WELLING, ÁRNASON, 2020).

LE SITE DU MONTENVERS (MER DE GLACE, FRANCE)

Située au cœur du massif du Mont-Blanc en France, la Mer de Glace (figure 1) est à la fois le plus grand glacier des Alpes françaises et le support du Montenvers (1913 m), le deuxième site touristique glaciaire le plus visité de France, derrière l'Aiguille du Midi (3842 m). Ce glacier est également l'un des plus anciennement visités puisque sa « découverte » remonte à 1741 et à la visite des Anglais W. Windham et R. Pockocke (JOUTARD, 1986). Son point le plus haut est atteint à plus de 4200 m d'altitude sous le Mont-Blanc du Tacul et son point le plus bas (1467 m) se situe sous la gare d'arrivée du train à crémaillère du Montenvers.

Le front de la Mer de Glace a connu de nombreuses variations pendant et depuis la fin du PAG. De 1600 à environ 1850, le front a connu six avancées et reculs successifs d'une moyenne de 500 m chacun (NUSSBAUMER *et al.*, 2007). Le front du glacier a ensuite connu un retrait d'environ 1,5 km entre 1860 et 2019 (VINCENT *et al.*, 2019). En termes d'épaisseur de glace, différents profils le long de la langue glaciaire sont mesurés chaque année par le programme GLACIOCLIM (VINCENT *et al.*, 2007) et montrent une perte d'épaisseur entre 1890 et 2019 d'environ 175 m au niveau du site du Montenvers (VINCENT *et al.*, 2019). La perte de masse induite par le retrait du glacier entraîne une réduction de sa vitesse qui est passée de 75 m.a⁻¹ en 1980 à environ 20 m.a⁻¹ en 2015 au niveau du Montenvers (PEYAUD *et al.*, 2020). La réduction de la vitesse d'écoulement de la glace ainsi que la déstabilisation des moraines latérales suite à la diminution d'épaisseur du glacier ont eu pour conséquence une extension de la couverture détritique sur la langue de glace (figure 3).

Le tourisme autour de ce glacier est important : Chamonix accueille chaque année environ 7,7 millions de nuitées touristiques, dont 51 % sont réalisées pendant la saison estivale (données Office du tourisme de Chamonix). Selon Savoie-Mont-Blanc tourisme, le site du Montenvers, donnant accès et vue sur la Mer de Glace,



Figure 3 : Descente du Montanvers vers la grotte de glace. © E. Salim, juin 2021.

représente 800 000 visiteurs par an (804 510 visiteurs en 2018). Cependant, ces chiffres additionnent l'ensemble des personnes transportées en train à la montée et à la descente. Il en résulte un double comptage qui surestime le nombre réel de visiteurs. Ainsi, les chiffres fournis par la Compagnie du Mont-Blanc indiquent que 391 549 personnes ont emprunté le train à la montée pour l'année 2018, auxquelles il faudrait ajouter les personnes montées à pied mais qui ne font pas l'objet de comptage. Au-delà de la vue sur le glacier, plusieurs itinéraires de randonnée sont possibles au départ de la gare d'arrivée, incluant des marches sur le glacier. Un petit centre d'interprétation glaciaire a été construit en 2012.

MÉTHODOLOGIE

Sur le site islandais, nous avons réalisé sept entretiens semi-directifs avec des personnes impliquées dans la gestion du tourisme et du territoire dans la région du Jökulsárlón, en août et septembre 2020. Les répondants étaient deux gestionnaires du Parc national du Vatnajökull, la maire de la commune de Hornafjörður, trois prestataires touristiques et une représentante de l'Office du tourisme du sud de l'Islande. Nous avons également interrogé trois experts : un spécialiste des politiques environnementales, un spécialiste de la géomorphologie régionale et un professeur en études du tourisme. Sur le site français, onze entretiens semi-directifs ont été réalisés entre

juin 2019 et juillet 2020. Les personnes interrogées étaient deux agents de l'office du tourisme, un agent de la communauté de communes en charge des questions touristiques, trois collaborateurs de la Compagnie du Mont-Blanc, exploitant le site du Montenvers, deux responsables de la Compagnie des guides de Chamonix et trois guides de haute montagne.

La grille d'entretien utilisée a été adaptée pour chacune des personnes interrogées. D'une manière générale, elle était construite ainsi : présentation de l'interviewé, fonctionnement du site/de la structure, intérêt touristique et intérêt patrimonial du site, problématique liée au fonctionnement ou à la gestion du site/de la structure, impacts du changement climatique, place du glacier en tant qu'attraction touristique et adaptation au changement climatique. Les entretiens ont une durée moyenne d'une heure et ont été enregistrés avec l'accord des enquêtés puis retranscrits avant de faire l'objet d'une analyse qualitative.

RÉSULTATS

D'après les entretiens réalisés, l'intérêt touristique principal du site du Jökulsárlón est le paysage, avec la présence de la lagune glaciaire et des icebergs. La couleur bleue de ce lac contraste avec les tons brunâtres de la plupart des autres lacs proglaciaires de la région, chargés de sédiments. Le mouvement rapide des icebergs est aussi une particularité du Jökulsárlón et donne à voir une glace vive de couleur bleue ou blanche dépourvue de charge sédimentaire. Ces spécificités confèrent au Jökulsárlón des caractéristiques esthétiques uniques parmi les paysages glaciaires islandais et constituent la raison principale des visites touristiques, selon plusieurs gestionnaires et prestataires touristiques locaux. D'après WELLING *et al.* (2020), la qualité du paysage est en effet la motivation la plus importante citée par les touristes eux-mêmes pour visiter un site glaciaire dans cette région. De novembre à mars, la visite de « grottes de glace », des chenaux sous-glaciaires dont les écoulements sont nuls en hiver, est devenue un but d'excursion qui a pris de l'ampleur à partir du milieu des années 2010. Cela a pour effet de réduire l'amplitude de la saisonnalité des visites sur ce site (ÁRNASON, WELLING, 2019) et de rendre possible l'existence de nombreuses agences sur place toute l'année (les excursions dans des grottes de glace se font par petits groupes guidés). D'après plusieurs prestataires touristiques, le contact avec la glace est un élément majeur recherché par les touristes. Entrer dans un glacier est une expérience qualifiée de bouleversante (« *overwhelming* ») par une gestionnaire du Parc national du Vatnajökull évoquant son expérience avec des groupes de visiteurs qui parfois voient un glacier pour la première fois : « *It is a major thing just to see ice and people have cried when they entered ice caves.* »²

Selon les mots d'une guide interrogée, Jökulsárlón constitue « *a huge evidence of what is happening to our climate* »³. Constaté les changements rapides qui s'opèrent dans le paysage permet en effet de visualiser concrètement les impacts du réchauffement climatique. Reste qu'il n'est pas facile de repérer ces changements

² Traduction : « Voir de la glace est une expérience majeure. Des gens se sont mis à pleurer quand ils sont entrés dans les grottes de glace. »

³ Traduction : « Une preuve évidente de ce qui arrive à notre climat. »



Figure 4: Le glacier Breiðamerkurjökull et le lac Jökulsárlón (à gauche) en 1982 et en 2020. © National Land Survey of Iceland/Dr Kieran Baxter, University of Dundee.

sans moyens de comparaison (figure 4) ou sans connaissance de la géomorphologie glaciaire, raison pour laquelle les personnes interrogées estiment à l'unanimité qu'il est important de développer des outils de médiation, constatant que les plateformes qui permettent de concrétiser la communication auprès du public sont presque inexistantes actuellement.

Le degré de connaissance des formes du relief qui composent la marge proglaciaire du Breiðamerkurjökull varie fortement d'une personne interrogée à l'autre, mais toutes reconnaissent la nécessité de garantir la protection de la zone récemment déglacée adjacente au front du glacier. La menace la plus importante mentionnée par les gestionnaires du site (commune, parc national) est la circulation automobile en dehors des routes, qui érode en particulier les endroits les plus instables et peu consolidés de la marge proglaciaire. Les véhicules tout-terrain des agences qui amènent les touristes au front du glacier lors des excursions dans des grottes de glace sont particulièrement pointés du doigt. Leur nombre vient d'être limité par les autorités du parc national par le biais d'un contingent journalier de visiteurs et l'attribution de permis aux prestataires de ces excursions. Les prestataires privés interrogés affirment que le paysage et la nature intacte sont leur gagne-pain et qu'ils s'engagent donc à les protéger en favorisant un tourisme responsable et respectueux de l'environnement. À cet égard, un prestataire touristique local estime que bâtir un hôtel proche du lac ou construire un centre de visiteurs du parc national sur une moraine serait inadmissible.

D'après un expert associé au groupe de travail chargé de l'élaboration d'un nouveau plan de gestion du Breiðamerkursandur, le géopatrimoine a véritablement

été intégré dans les réflexions du groupe de travail et est de ce fait pris en considération dans le plan de gestion. Cette « conscience patrimoniale » élevée relative aux formes glaciaires est peut-être liée au fort ancrage des glaciers dans la culture locale. Plusieurs personnes interrogées expliquent en effet qu'il existe un lien marqué entre les habitants de la région et les glaciers. Pour les individus d'un certain âge, le souvenir des glaciers qui gagnaient du terrain sur les terres cultivées et menaçaient les fermes est encore présent (JACKSON, 2019). Les glaciers représentaient un danger, lié aussi à la fréquence des *jökulhlaups* (débâcles glaciaires) et des crues qui dévastaient les voies de communication reliant cette région isolée au reste du pays. Les glaciers de la région ont aussi attisé la curiosité des scientifiques : ils ont été l'objet d'études très précoces réalisées dès la fin du XVII^e siècle, principalement par des Islandais considérés comme des pionniers de la glaciologie (BJÖRNSSON, 2017). Les relations que les habitants de la région entretiennent avec les glaciers depuis longtemps semblent évoluer aujourd'hui vers une volonté, de la part des acteurs du tourisme et du territoire interrogés, de préserver les témoins de l'extension passée des glaciers, qu'ils soient physiques (dépôts glaciaires, crêtes morainiques, etc.) ou culturels. Cela s'est traduit notamment par l'intégration en 2017 de l'ensemble de la marge proglaciaire du Breiðamerkurjökull dans les limites du Parc national du Vatnajökull (y compris la partie externe située entre les moraines du PAG et la mer), et par l'inscription en 2019 du parc national sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. Cette dernière se base sur le critère *viii* de la Convention du patrimoine mondial (<https://whc.unesco.org/fr/criteres/>), à savoir que le site est un exemple représentatif de « *processus géologiques en cours dans le développement des formes terrestres* ». Les gestionnaires (autorités locales et parc national) semblent avoir deux priorités : préserver la nature fragile et intacte qui entoure le lac et en même temps donner au public la possibilité de profiter de ce paysage extraordinaire. Ce double objectif est largement soutenu par les prestataires touristiques, conscients qu'une nature préservée constitue un attrait majeur pour leurs clients. Les mesures de gestion s'orientent donc vers la désignation de zones protégées, des restrictions plus importantes au trafic motorisé et la construction de nouvelles infrastructures d'accueil des visiteurs qui permettront de mieux valoriser le patrimoine naturel lié en particulier à la géomorphologie glaciaire.

Si le paysage scénique reste également, pour l'instant, la première motivation des visiteurs du site du Montanvers (SALIM, RAVANEL, 2020), le retrait glaciaire et « l'enfermement » du paysage sont des craintes partagées par les gestionnaires du site autant que par les acteurs publics. Le retrait glaciaire en lui-même pose plusieurs problèmes d'exploitation, notamment en ce qui concerne le temps d'accès au glacier, la gestion annuelle de la grotte de glace (creusée artificiellement dans le glacier) ou encore la sécurité liée aux cinq cents marches nécessaires pour aller de la glace à la télécabine. Pour les autres professions qui dépendent du glacier comme les guides de haute montagne, les contraintes en termes de temps d'accès sont la principale problématique. En été, elles induisent un temps plus long pour accéder à des surfaces glaciaires permettant la pratique des écoles de glace (activités d'initiation à la marche sur glacier). En hiver, le temps d'accès est un problème pour la descente à ski de la Vallée Blanche (figure 1) ; en effet, la remontée par les marches jusqu'à la télécabine permettant de remonter jusqu'au train entraîné des blocages et augmente la durée globale de la sortie. Cependant, l'enjeu majeur évoqué par les

gestionnaires du site et partagé par les autres professionnels interrogés concerne la potentielle perte d'attractivité que l'évolution du paysage en lien avec le retrait glaciaire pourrait amener.

Cette potentielle perte d'attractivité du glacier est prise en compte par les gestionnaires du Montanvers qui ont amorcé un changement dans le mode de valorisation du site. Si l'accent a, dans le passé, été mis principalement sur le glacier en lui-même dans les éléments marketing, la stratégie actuelle consiste à s'appuyer sur l'histoire du site ainsi que sur son caractère emblématique en ce qui concerne le changement climatique. Ainsi, la brochure touristique de l'été 2020 titre «*Montanvers-Mer de Glace, Vivez l'histoire et la glaciologie*». Les éléments mis en avant dans les différentes brochures touristiques produites pour l'année 2020 sont le panorama, l'expérience du voyage en train et le glacier pour son caractère emblématique et la visite de la grotte de glace. Pour les responsables du site, si le glacier garde toujours une place, l'accent est mis sur la volonté «*d'expliquer ce qui se passe aujourd'hui et comment ça va évoluer demain*». Pour les acteurs publics, la présence et la valorisation touristique de la Mer de Glace doivent rajouter du «*sens*» à la visite, pour «*redonner de la valeur ajoutée par l'interprétation et la compréhension du phénomène [du retrait glaciaire]*».

DISCUSSION

Les cas d'étude présentés dans cet article montrent que les gestionnaires et les prestataires touristiques interrogés sont sensibles à la valeur géoscientifique des glaciers, vus comme des témoins exemplaires du changement climatique. Le retrait glaciaire est non seulement rapide et mesurable à l'échelle d'une vie humaine, mais il offre également une image évidente des conséquences du changement climatique. Les modifications paysagères occasionnées par leur recul ne sont donc pas seulement perçues comme une menace en termes d'accessibilité et d'attrait esthétique du paysage (GARAVAGLIA *et al.*, 2012; WELLING, ABEGG, 2019; WELLING *et al.*, 2020), elles apportent aussi des opportunités pour proposer des activités touristiques centrées sur l'information et la sensibilisation des visiteurs.

DES PROJETS POUR VALORISER L'INTÉRÊT GÉOSCIENTIFIQUE AUPRÈS DU PUBLIC

Toutefois, l'augmentation rapide du nombre de visiteurs et d'activités touristiques concentrées sur la partie sud du Jökulsárlón et à l'emplacement des grottes de glace en marge du Breiðamerkurjökull souligne que, pour les visiteurs, l'appréciation esthétique de certaines parties emblématiques du site est prédominante. Le reste de la marge proglaciaire semble relégué en tant que décor, au second plan du paysage. Dans ce contexte, le géotourisme peut jouer un rôle important : en valorisant l'intérêt géoscientifique de la marge proglaciaire du Breiðamerkurjökull auprès des visiteurs, il peut contribuer à améliorer la visibilité de ces zones fragiles et à renforcer leur protection. Dans cette idée, le Parc national du Vatnajökull a récemment lancé des projets visant à informer les visiteurs sur les processus et la morphologie glaciaires, ainsi que sur les changements passés et futurs du paysage glaciaire sous l'influence du changement climatique, au moyen d'un site internet d'éducation

(<https://www.vatnajokulsthjodgardur.is/en/areas/melting-glaciers>), d'un bulletin d'information annuel et de la mise en œuvre de sentiers d'interprétation de longue distance. En outre, différents prestataires touristiques locaux ont manifesté leur intérêt pour le développement de produits de «*tourisme scientifique*» dans lesquels l'apprentissage et l'exploration de la valeur scientifique du Breiðamerkursandur et d'autres sites glaciaires de la région occupent une place centrale (<https://scitour.interreg-npa.eu>).

Au Montanvers, des actions concrètes ont aussi été mises en œuvre pour favoriser l'interprétation du paysage. En 2012, un centre d'interprétation glaciaire a été inauguré sur le site. Il inclut des éléments concernant la mécanique glaciaire ainsi que les fluctuations passées et en cours. Des panneaux indiquant les dates auxquelles le glacier atteignait cette position ont été placés le long de l'escalier d'accès au glacier. Enfin, un glaciologue est présent au niveau du point de vue principal pendant tout l'été et durant les jours de forte fréquentation hors période estivale. Il propose des conférences grand public, toutes les trente minutes, permettant une interprétation plus facile du paysage. En plus de ces éléments, un projet de réaménagement du site, approuvé par le conseil municipal de Chamonix le 18 juin 2021, vise à en faire «*un laboratoire du changement climatique*». Il contient, entre autres, l'objectif de construire le plus grand centre d'interprétation glaciaire des Alpes. Pour les gestionnaires, ce projet fera du Montanvers l'un des «*seuls sites touristiques naturels alpins à prendre en main ce sujet-là et à l'exposer d'une façon ludique et pédagogique*». Ce type de projet correspond à l'une des stratégies d'adaptation au changement climatique observée au sein des sites touristiques glaciaires à travers le monde (SALIM *et al.*, 2021b).

VISITER LES GLACIERS, UNE FORME DE GÉOTOURISME ?

Dans le cas du Montanvers, les visites des grottes de glace et la pratique du ski dans la Vallée Blanche dépendent du maintien de l'accès au glacier, qui est rendu de plus en plus long et difficile par la diminution de l'épaisseur du glacier. Face à ces difficultés, les gestionnaires affichent clairement la volonté de capitaliser sur la visibilité des changements paysagers rapides que les visiteurs peuvent observer pour leur proposer une expérience touristique ayant un «*sens*», c'est-à-dire une possibilité de visualiser les impacts du changement climatique en cours sur la géomorphologie alpine. De plus, les résultats présentés sont en phase avec le développement d'un mouvement de patrimonialisation des glaciers, initié par les acteurs du tourisme glaciaire à travers le monde comme une adaptation à son retrait (SALIM *et al.*, 2021b). Si les cas d'étude français et islandais sont loin d'être identiques, nous pouvons constater que dans les deux cas, les acteurs interrogés ont une conscience élevée de la valeur géoscientifique de «*leurs*» paysages glaciaires. Il semble que ce soit également le cas pour de nombreux sites touristiques glaciaires dans les Alpes, compte tenu du fait que la médiation scientifique des paysages glaciaires est présente pour nombre d'entre eux (SALIM *et al.*, 2021a). Au sein d'autres destinations glaciaires à travers le monde, la valeur géoscientifique des paysages glaciaires n'est pas forcément appropriée par les opérateurs touristiques. Par exemple, les opérateurs touristiques des glaciers Fox et Franz Josef (Nouvelle-Zélande) n'évoquent pas ces aspects (STEWART *et al.*, 2016). À l'inverse, les opérateurs touristiques autour du glacier du Tasman (Nouvelle-Zélande) se sont saisis de la valeur géoscientifique du paysage glaciaire pour développer des «*Boat Tours*» (PURDIE *et al.*, 2020).

Le tourisme glaciaire, tel qu'il est perçu par la majorité des personnes interrogées, a une forte composante patrimoniale, qui vient de la volonté de préserver et de valoriser des paysages qui sont des témoins particulièrement visibles du changement climatique. Cette composante patrimoniale repose sur des éléments du géopatrimoine, en particulier les glaciers eux-mêmes, mais aussi sur différents éléments marquants des changements en cours tels que les moraines du PAG, la couverture sédimentaire des glaciers ou encore la formation de nombreux icebergs sur le lac proglaciaire de Jökulsárlón. En ce sens, on peut considérer que le tourisme glaciaire est une forme de géotourisme, puisqu'il se base précisément sur des éléments des paysages glaciaires qui ont un intérêt géoscientifique et patrimonial. Toutefois, il convient de nuancer ce propos, car nous exposons ici uniquement le point de vue de quelques gestionnaires et prestataires touristiques, et non celui des touristes eux-mêmes. Le développement de la médiation scientifique autour du retrait des glaciers est un objectif des gestionnaires pour diversifier l'offre touristique et il semble correspondre aux attentes des visiteurs. Au Montserrat, au-delà des motivations environnementales et paysagères, la volonté de comprendre les implications du changement climatique et la volonté d'apprendre font partie des principales motivations des visiteurs (SALIM, RAVANEL, 2020). Au Jökulsárlón, en apprendre plus sur les glaciers est également une motivation existante (WELLING *et al.*, 2020). Nous estimons donc que, contrairement à d'autres cas (CAYLA *et al.*, 2012), la valeur esthétique des géomorphosites glaciaires ne tend pas à masquer leur intérêt géoscientifique, car ils ont la particularité d'être des symboles de l'impact du changement climatique sur le paysage. La dynamique du retrait glaciaire leur confère un intérêt géoscientifique qui peut être appréhendé de manière facilement lisible par le grand public.

CONCLUSION

Le géotourisme et le tourisme glaciaire sont deux formes distinctes de tourisme de nature. Le géotourisme a pour objet le géopatrimoine et s'intéresse à l'intérêt géoscientifique des géosites et des géomorphosites, dont certains sites glaciaires font partie. Le tourisme glaciaire prend place sur ou autour des glaciers, mais ne s'intéresse pas forcément à leur intérêt géoscientifique. Sur la base d'une série d'entretiens réalisés avec des gestionnaires et des prestataires touristiques de deux sites glaciaires emblématiques en France et en Islande, nous avons constaté que la valeur esthétique est perçue comme l'attrait touristique principal des paysages glaciaires, mais n'en est pas l'unique composante. En effet, les modifications importantes et rapides des paysages glaciaires constituent une évidence de l'impact du changement climatique. La possibilité de visualiser ces changements apporte des opportunités de développer des formes de tourisme qui dépassent l'appréciation de la valeur esthétique uniquement et qui s'intéressent à la compréhension du changement climatique et de ses impacts sur les paysages glaciaires. Dans le cas du Montserrat, l'orientation du tourisme glaciaire vers des pratiques géotouristiques permet de compenser la dégradation de la valeur esthétique des glaciers, de plus en plus gris et distants des points d'observation, perçue par les gestionnaires comme remettant en cause son intérêt touristique. Cette étude a aussi montré que la reconnaissance par les acteurs locaux de la valeur géoscientifique des sites glaciaires offre une occasion particulièrement intéressante de développer et de stimuler des mesures de protection et de valorisation de la composante patrimoniale de ces sites.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les deux relecteurs anonymes pour leurs remarques et suggestions très pertinentes et constructives ainsi que toutes les personnes interrogées pour leur disponibilité. Le travail de terrain en Islande a été financé par l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne. Le travail de terrain en France a été financé par le Labex ITTEM au titre de l'ANR 10-LABX-0050 et par le projet Alcotra n342 AdaptMontBlanc (Interreg V-A Italy-France 2014-2020).

BIBLIOGRAPHIE

- AMELOT François, 2020: «Le changement global : une réalité? Les géomorphosites exposés au Changement climatique support d'une éducation citoyenne», in AMBERT Martine, CAYLA Nathalie (éd.), *Guide pratique de valorisation des géomorphosites*, Chambéry: Presses universitaires Savoie-Mont-Blanc, 38-42.
- ÁRNASON Þorvarður, WELLING Johannes T., 2019: «Winter tourism and seasonality in Iceland», in PRÖBSTL-HAIDER Ulrike, RICHINS Harold, TÜRK Stefan (dir.), *Winter tourism: trends and challenges*, Wallingford: CABI, 442-460.
- AUBERT Daniel, 1989: «La protection des blocs erratiques dans le canton de Vaud», *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, 79(3), 185-207.
- BALDURSSON Snorri, GUÐNASON Jónas, HANNESDÓTTIR Hrafnhildur, THÓRÐARSON Thor, 2018: *Nomination of Vatnajökull National Park for inclusion in the World Heritage List*, Reykjavík: Vatnajökull National Park.
- BALLANTYNE Colin K., 2002: «Paraglacial geomorphology», *Quaternary Science Reviews*, 21(18), 1935-2017.
- BAXTER Kieran, JACKSON M., ÁRNASON Þorvarður, 2021: *After Ice* [vidéo]. Disponible sur: <https://vimeo.com/504355699>, consulté le 15 juin 2021.
- BJÖRNSSON Helgi, 1996: «Scales and rates of glacial sediment removal: a 20 km long, 300 m deep trench created beneath Breiðamerkurjökull during the Little Ice Age», *Annals of Glaciology*, 22, 141-146.
- BJÖRNSSON Helgi, 2017: *The Glaciers of Iceland*, Paris: Atlantis Press.
- BOSSON Jean-Baptiste, HUSS Matthias, OSIPOVA Elena, 2019: «Disappearing World Heritage glaciers as a keystone of nature conservation in a changing climate», *Earth's Future*, 7(4), 469-479.
- CAYLA Nathalie, HOBLÉA Fabien, BIOT Vincent, DELAMETTE Michel, GUYOMARD Anne, 2012: «De l'invisibilité des géomorphosites à la révélation géopatrimoniale», *Géocarrefour*, 87(3-4), 171-186.
- DI MÉO Guy, 2008: «Processus de patrimonialisation et construction des territoires», in *Actes du colloque Patrimoine et industrie en Poitou-Charentes: connaître pour valoriser*, septembre 2007, Poitiers-Châtellerauld, France, 87-109.
- DUMOULIN Hilaire, ZRYD Amédée, CRISPINI Nicolas, 2010: *Glaciers: passé-présent du Rhône au Mont-Blanc*, Genève: Slatkine.
- DUVILLARD Pierre-Allain, RAVANEL Ludovic, DELINE Philip, DUBOIS Laurent, 2018: «Paraglacial rock slope adjustment beneath a high mountain infrastructure – The

- Pilatte Hut case study (Écrins mountain range, France)», *Frontiers in Earth Science*, 6, <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00094>
- EINHORN Benjamin, ECKERT Nicolas, CHAIX Christophe, RAVANEL Ludovic, DELINE Philip, GARDENT Marie, BOUDIÈRES Vincent, RICHARD Didier, VENGEON Jean-Marc, GIRAUD Gérald, SCHOENEICH Philippe, 2015: «Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes. Impacts observés et potentiels sur les systèmes physiques et socio-économiques», *Journal of Alpine Research / Revue de géographie alpine*, 103(2), <https://doi.org/10.4000/rga.2829>
- EVANS David J. A., 2016: *Vatnajökull National Park (Southern Region): Guide to a Glacial Landscape Legacy*, Reykjavík: Vatnajökull National Park.
- GARAVAGLIA Valentina, DIOLAIUTI Guglielmina, SMIRAGLIA Claudio, PASQUALE Vera, PELFINI Manuela, 2012: «Evaluating tourist perception of environmental changes as a contribution to managing natural resources in glacierized areas: A case study of the Forni Glacier (Stelvio National Park, Italian Alps)», *Environmental Management*, 50(6), 1125-1138.
- GLAMOS-GLACIER MONITORING SWITZERLAND, 2019: *Swiss Glacier Length Change (release 2019)* [en ligne], <https://www.glamos.ch>, consulté le 31 mars 2021.
- GRANDGIRARD Vincent, 1997: «Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel: la mémoire de la Terre est notre mémoire», *Geographica Helvetica*, 52(2), 47-56.
- HOSE Thomas A., 1995: «Selling the Story of Britain's Stone», *Environmental Interpretation*, 10(2), 16-17.
- JACKSON M., 2019: *The secret lives of glaciers*, Brattleboro, Vermont: Green Writers Press.
- JOUTARD Philippe, 1986: *L'invention du Mont-Blanc*, Paris: Gallimard & Julliard.
- KOS Andrew, AMANN Florian, STROZZI Tazio, DELALOYE Reynald, RUETTE Jonas von, SPRINGMAN Sarah, 2016: «Contemporary glacier retreat triggers a rapid landslide response, Great Aletsch Glacier, Switzerland», *Geophysical Research Letters*, 43(24), 12466-12474.
- LEMELIN Harvey, DAWSON Jackie, STEWART Emma J., MAHER Pat, LUECK Michael, 2010: «Last-chance tourism: the boom, doom, and gloom of visiting vanishing destinations», *Current Issues in Tourism*, 13(5), 477-493.
- LEMIEUX Christopher J., GROULX Mark, HALPENNY Elizabeth, STAGER Heather, DAWSON Jackie, STEWART Emma J., HVENEGAARD Glen T., 2018: «“The End of the Ice Age?”: Disappearing World Heritage and the Climate Change Communication Imperative», *Environmental Communication*, 12(5), 653-671.
- MOREAU Myrtille, 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*, 16(2), 165-174.
- NEWSOME David, DOWLING Ross, 2010: «Setting an agenda for geotourism», in NEWSOME David, DOWLING Ross (dir.), *Geotourism: the tourism of geology and landscape*, Oxford: Goodfellow Publishers, 1-12.
- NUSSBAUMER Samuel, ZUMBÜHL Heinz, STEINER Daniel, 2007: «Fluctuations of the Mer de Glace (Mont Blanc area, France) AD 1500-2050. An interdisciplinary approach using new historical data and neural network simulations», *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 40, 5-175.
- ÓLAFSDÓTTIR Rannveig, TVERJONAITE Edita, 2018: «Geotourism: A systematic literature review», *Geosciences*, 8(7), 234.

- PANIZZA Mario, 2001: «Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey», *Chinese Science Bulletin*, 46(1), 4-5.
- PEYAUD Vincent, BOUCHAYER Coline, GAGLIARDINI Olivier, VINCENT Christian, GILLET-CHAULET Fabien, SIX Delphine, LAARMAN Olivier, 2020: «Numerical modeling of the dynamics of Mer de Glace glacier, French Alps: comparison with past observations and forecasting of near future evolution», *The Cryosphere*, 14, 3979-3994.
- PRALONG Jean-Pierre, 2006: *Géotourisme et utilisation de sites naturels d'intérêt pour les sciences de la Terre: les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, Alpes suisses) et Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, Alpes françaises)*, thèse de doctorat, Université de Lausanne.
- PRICE Robert J., 1969: «Moraines, Sandar, Kames and Eskers near Breidamerkurjökull, Iceland», *Transactions of the Institute of British Geographers*, 46, 17-43.
- PURDIE Heather, HUTTON Jessica Hughes, STEWART Emma, ESPINER Stephen, 2020: «Implications of a changing alpine environment for geotourism: A case study from Aoraki/ Mount Cook, New Zealand», *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100235.
- REYNARD Emmanuel, 2004: «La géomorphologie et la création des paysages», in REYNARD Emmanuel, PRALONG Jean-Pierre (éd.), *Paysages géomorphologiques*, Lausanne: Institut de géographie, 10-20.
- REYNARD Emmanuel, 2009: «Geomorphosites: definitions and characteristics», in REYNARD Emmanuel, CORATZA Paola, REGOLINI-BISSIG Géraldine (eds), *Geomorphosites*, München: Pfeil, 9-20.
- REYNARD Emmanuel, 2021: «Geomorphosites: Esthetic landscape features or Earth history heritage?», in NEKOUIE SADRY Bahram (ed.), *The geotourism industry in the 21st century: the origin, principles, and futuristic approach*, Burlington: Apple Academic Press, 147-167.
- REYNARD Emmanuel, PANIZZA Mario, 2005: «Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie. Une introduction», *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 11(3), 177-180.
- SALIM Emmanuel, 2020: «Nouvelle Zélande: le tourisme glaciaire face aux évolutions climatiques», *Revue de géographie alpine* [en ligne], Lieux-dits, <http://journals.openedition.org/rga/6824>, consulté le 31 mars 2021.
- SALIM Emmanuel, RAVANEL Ludovic, 2020: «Last chance to see the ice: visitor motivation at Montevervs-Mer-de-Glace, French Alps», *Tourism Geographies*, DOI: <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1833971>
- SALIM Emmanuel, GAUCHON Christophe, RAVANEL Ludovic, 2021a: «Voir la glace. Tour d'horizon des sites touristiques glaciaires alpins, entre post et hypermodernités», *Revue de géographie alpine* [en ligne], <http://journals.openedition.org/rga/8358>, consulté le 3 août 2021.
- SALIM Emmanuel, RAVANEL Ludovic, DELINE Philip, GAUCHON Christophe, 2021b: «A review of melting ice adaptation strategies in the glacier tourism context», *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 21(2), 229-246.
- STEWART Emma J., WILSON Jude, ESPINER Stephen, PURDIE Heather, LEMIEUX Chris, DAWSON Jackie, 2016: «Implications of climate change for glacier tourism», *Tourism Geographies*, 18(4), 377-398.
- VINCENT Christian, LE MEUR Emmanuel, SIX Delphine, THIBERT Emmanuel, 2007: «Un service d'observation des glaciers des alpes françaises "glacioclim-alpes", pour quoi faire?», *La Houille Blanche*, 3, 86-95.

- VINCENT Christian, PEYAUD Vincent, LAARMAN Olivier, SIX Delphine, GILBERT Adrien, GILLET-CHAULET Fabien, BERTHIER Étienne, MORIN Samuel, VERFAILLIE Deborah, RABATEL Antoine, JOURDAIN Bruno, BOLIBAR Jordi, 2019: «Déclin des deux plus grands glaciers des Alpes françaises au cours du XXI^e siècle: Argentière et Mer de Glace», *La Météorologie*, 106, 49-58.
- WANG Shijin, HE Yuanqing, SONG Xiaodong, 2010: «Impacts of climate warming on alpine glacier tourism and adaptive measures: A case study of Baishui Glacier No. 1 in Yulong Snow Mountain, Southwestern China», *Journal of Earth Science*, 21(2), 166-178.
- WEBER Melissa, GROULX Mark, LEMIEUX Christopher J., SCOTT Daniel, DAWSON Jackie, 2019: «Balancing the dual mandate of conservation and visitor use at a Canadian world heritage site in an era of rapid climate change», *Journal of Sustainable Tourism*, 27(9), 1318-1337.
- WELLING Johannes, ABEGG Bruno, 2019: «Following the ice: adaptation processes of glacier tour operators in Southeast Iceland», *International Journal of Biometeorology* [en ligne], <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01779-x>
- WELLING Johannes, ÁRNASON Þorvarður, 2020: *Winter tourism in the Vatnajökull Region*, Höfn: Rannsóknasetur Háskóla Íslands á Hornafirði.
- WELLING Johannes, ÁRNASON Þorvarður, ÓLAFSDÓTTIR Rannveig, 2020: «Implications of Climate Change on nature-based tourism demand: A segmentation Analysis of glacier site visitors in Southeast Iceland», *Sustainability*, 12(13), 5338.
- ÞÓRHALLSDÓTTIR Gyða, ÓLAFSSON Rögnvaldur, 2020: *Summary of vehicle counting at Jökulsárlón*, rapport non publié, Garðabær: Vatnajökull National Park.