HAL open science

# Tourism in the great alpine glacial sites: perceptions and adaptations to landscape change.

Emmanuel Salim

## To cite this version:

Emmanuel Salim. Tourism in the great alpine glacial sites: perceptions and adaptations to landscape change.. Géographie. Université Savoie Mont blanc, 2021. Français. NNT : . tel-03710261

**HAL Id: tel-03710261**

**https://hal.science/tel-03710261v1**

Submitted on 30 Jun 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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# THÈSE

Pour obtenir le grade de

## DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ SAVOIE MONT BLANC

Spécialité : **Géographie**

Arrêté ministériel : 25 Mai 2016

Présentée par


## Emmanuel SALIM


Thèse dirigée par **Christophe GAUCHON, PR, USMB**, **Ludovic RAVANEL, CR, CNRS** et **Philip DELINE, MCF, USMB** (invité)

préparée au sein du **Laboratoire EDYTEM**
dans **l'École Doctorale SISEO (CST)**

# Le tourisme dans les grands sites glaciaires alpins : *perceptions et adaptations à l'évolution des paysages*.

Thèse soutenue publiquement le **09 décembre 2021**,
devant le jury composé de :

**François BÉTARD**
Maître de Conférence HDR, Université de Paris, France (Rapporteur)

**André SUCHET**
Maître de Conférence HDR, Université de Bordeaux, France (Rapporteur)

**Philippe BOURDEAU**
Professeur des Universités, Université Grenoble-Alpes, France (Président)

**Rannveig ÓLAFSDÓTTIR**
Professeure, Université d'Islande, Islande (Examinatrice)

**Heather PURDIE**
Senior Lecturer, Université de Canterbury, Nouvelle-Zélande (Examinatrice)

**Emmanuel REYNARD**
Professeur ordinaire, Université de Lausanne, Suisse (Examinateur)

« [Au Montenvers] *Quelles formes plus majestueuses que celles de ces montagnes ? Leur nature est de granit, la main de l'homme n'y est nulle part empreinte, c'est la nature dans sa première origine, une médaille de la première création, ou bien si vous le voulez, c'est l'image du chaos, ou de la vétusté même ; tout vous paroîtra (sic) bouleversé, c'est, direz-vous, la nature décrépite et expirante. »*

M. T. Bourrit
*Itinéraire de Genève, Lausanne et Chamouni. (1791)*

*La Mer de Glace* – Gravure réalisée par M. T. Bourrit (1773) – Source : VIATICALPES

*Glacier du Rhône* – Gravure réalisée par J. F. Albanis Beaumont (1800) – Source : VIATICALPES

# Résumé

Après avoir été perçus négativement par les habitants des territoires de montagne, les glaciers ont, depuis plus de deux siècles, été l'objet d'une mise en tourisme. Aux premières visites de l'Arche de l'Arveyron (Chamonix) au XVIIIe siècle ont succédé trains à crémaillères et téléphériques permettant d'accéder et de contempler, en seulement quelques dizaines de minutes, les plus grands glaciers des Alpes et du monde. Ainsi, le tourisme glaciaire regroupe aujourd'hui des pratiques et des sites touristiques emblématiques de certains territoires de montagne. Cependant, l'augmentation des températures et le retrait extrêmement rapide des glaciers font également de ces sites glaciaires des marqueurs du changement climatique. La Mer de Glace en France, le glacier du Rhône en Suisse ou encore celui du Pasterze en Autriche, font parties de ces grands sites touristiques glaciaires qui subissent de plein fouet les changements paysagers liés au retrait de la cryosphère. Qu'est-ce que ces changements impliquent pour les acteurs de ces sites touristiques glaciaires ? pour leurs visiteurs ? À travers des méthodologies mixtes, cette thèse de doctorat tente d'apporter une réponse à ces deux questions pour six grands sites touristiques glaciaires alpins. En substance, les résultats montrent que les sites touristiques glaciaires sont largement impactés par le changement climatique et les modifications glaciologiques et géomorphologiques qu'il engendre pour les territoires de montagne. Ces impacts entrainent des difficultés de gestion des sites, des problématiques d'itinéraires, des difficultés à réaliser certaines activités et qui peuvent devenir plus dangereuses ou encore une baisse d'attractivité des sites par des activités glaciaires moins attrayantes ou par une « dégradation du paysage » redoutée par les gestionnaires des sites. Nos résultats auprès des visiteurs des sites montrent cependant que cette « dégradation » paysagère n'induit pas une baisse drastique de la satisfaction des visiteurs à l'égard du paysage glaciaire : les jugements négatifs se cantonnent aux glaciers ou aux formes paraglaciaires mais ne ternissent que très peu l'appréciation générale des visiteurs vis-à-vis du paysage. Dans le même temps, une nouvelle forme de tourisme – le tourisme de la dernière chance – se développe autour des glaciers et montre que ceux-ci sont aujourd'hui considérés comme des « espèces en voie de disparition ». Par ailleurs, les gestionnaires de sites en question mettent en place des stratégies d'adaptation au changement climatique qui sont principalement réactives et qui pose la question de leur soutenabilité long termes. Question d'autant plus importante que les modélisations glaciaires à l'horizon 2050 laissent penser que les adaptations actuelles ne seront pas suffisantes.

# Abstract

After being perceived negatively by the inhabitants of mountain areas, glaciers have been promoted as a tourist attraction for over two centuries. The first visits to the Arveyron Arch (Chamonix) in the 18th century were followed by cog railways and cable cars that allow access to the largest glaciers in the Alps and in the world in just a few dozen minutes. Thus, glacier tourism today includes practices and touristic sites that are emblematic of certain mountain territories. However, rising temperatures and the extremely rapid glacier retreat also make these glacier sites markers of climate change. The Mer de Glace in France, the Rhone glacier in Switzerland and the Pasterze glacier in Austria are among the major glacier tourist sites that are experiencing the full force of landscape changes linked to the retreat of the cryosphere. What do these changes imply for the operators of these glacier tourism sites? And for their visitors? Using mixed methodologies, this PhD thesis attempts to answer these two questions for six major Alpine glacier tourism sites. In essence, the results show that glacial tourism sites are largely impacted by climate change and the glaciological and geomorphological changes it brings to mountain territories. These impacts lead to difficulties in site management, itinerary issues, difficulties in carrying out certain activities which may become more dangerous, or a decrease in the attractiveness of the sites through less attractive glacial activities or through a "landscape degradation" feared by the site managers. However, our results with visitors to the sites show that this "degradation" of the landscape does not drastically reduce visitors' satisfaction with the glacial landscape: the negative judgements are limited to glaciers or paraglacial forms, but only slightly affect visitors' general appreciation of the landscape. At the same time, a new form of tourism - last chance tourism - is developing around glaciers and shows that they are now considered as "endangered species". Furthermore, the site managers in question are implementing strategies for adapting to climate change that are mainly reactive and which raise the question of their long-term sustainability. This question is even more important as glacier modelling for the year 2050 suggests that current adaptations will not be sufficient.

# Remerciements

Le doctorat n'est évidemment pas un travail solitaire et l'existence de ce manuscrit est due à la présence de nombreuses personnes que je souhaite remercier ici. En premier lieu, mes remerciements vont à Ludo Ravanel. Merci pour ton soutien pendant près des 5 années de recherche où tu as été mon directeur. Mon entrée dans le monde de la géographie s'est faite tardivement après un parcours professionnel qui ne destinait pas à, un jour, écrire cette thèse. Merci, Ludo, d'avoir cru en moi dès le mémoire de Master 1, puis de m'avoir suivi et d'avoir défendu ce projet de thèse jusqu'à son aboutissement. Mes premiers remerciements vont également à Christophe Gauchon, directeur de ce travail doctoral (mais aussi examinateur de mon mémoire de M1 et co-directeur de celui de M2). Merci, Christophe, d'avoir été le côté « géo humaine » de ce travail. Merci également à Philip Deline d'avoir porté un regard plus distancié, mais toujours pertinent sur ce travail. À vous trois, merci d'avoir supervisé ce travail, d'avoir réalisé des relectures attentives de ce manuscrit, mais également des différents articles que j'ai écrits durant ces trois années. Merci également de m'avoir laissé libre d'explorer mes propres voies théoriques et conceptuelles, en m'aiguillant, mais sans jamais me limiter par des doctrines disciplinaires. Cette liberté m'a permis d'explorer des champs disciplinaires variés allant de la géomorphologie à la psychologie environnementale. J'en tire une bien meilleure compréhension de la signification de l'interdisciplinarité dans laquelle la jeune recherche baigne aujourd'hui.

Ici, je tiens également à remercier les membres du Labex ITTEM, à la fois pour leur confiance dans le cofinancement de cette thèse, mais surtout pour le soutien accorder dans le développement de ce travail. Cette confiance s'est traduite par des moyens financiers pour réaliser un stage de terrain en Nouvelle-Zélande qui a permis l'émergence de collaborations ainsi qu'un éclairage important sur le fonctionnement d'un tourisme glaciaire bien différent de celui des Alpes. Elle s'est également traduite par le financement du projet exploratoire *« Médiadapt »* qui m'offre une expérience importante en gestion de projet de recherche. Merci également d'avoir tout de suite accordé votre soutien à l'idée du Collectif Perce-Neige, qui a amené une émulation riche et différente à ce travail. Merci également aux membres de mon comité de thèse, C. Girault, A. Sgard et E. Reynard, d'avoir pris le temps de consulter et discuter l'avancée de mon travail.

Je tiens également à remercier les personnes qui ont accepté de faire partie de mon jury. Un grand merci aux rapporteurs F. Bétard et A. Suchet, ainsi qu'aux examinateurs, E. Reynard, H. Purdie ; R. Ólafsdóttir et P. Bourdeau. J'ai dans l'espoir que les discussions soient riches et porteuses de collaborations futures. Je veux également remercier tous les relecteurs anonymes des articles qui constituent cette thèse. Votre travail de révision, parfois difficile à recevoir, m'a énormément apporté en termes de méthodologie, de rigueur d'écriture, ainsi que d'inscription théorique et conceptuelle. Je tiens ici à dire à quel point la révision par les pairs est un processus

fondamental pour la qualité des publications scientifiques et un excellent parcours de formation pour les jeunes chercheurs.

En parlant de jeunes chercheurs, je souhaite remercier les membres du Collectif Perce-Neige et particulièrement ceux de la première heure : R. Lachello, J. B. Grisons, E. Bruley, F. Vendel, D. Fournier, P. Camus-Joyet et L. Malaret. Merci pour tous les échanges que nous avons eus, pour votre enthousiasme et votre optimisme dans ce projet et pour le cadre différent et ressourçant que sa réalisation a permis. Merci également aux doctorants du laboratoire EDYTEM qui apportent une dynamique propice à la réalisation du doctorat. Merci à Norine, Maude, Tanguy, Louis, Agathe, Jennifer, Suvrat, Florianne et Neha de m'avoir accompagné sur mes sorties terrain et de m'avoir aidé à récolter mes précieuses données. Cela a été particulièrement salvateur face à la fermeture anticipée des sites pour cause d'un certain virus. Merci également aux membres du laboratoire EDYTEM et au soutien apporté aux doctorants par la direction. Ce soutien permet de réaliser nos thèses dans un cadre relativement serein. Merci également à Carole et Christine pour votre disponibilité et votre efficacité dans la gestion des problèmes administratifs qui peuvent subvenir au cours d'une thèse. Merci notamment pour votre réactivité quand il s'agit de trouver un vol retour de dernière minute alors qu'ils s'annulent les uns après les autres pour cause de COVID-19.

Merci également à toutes les personnes avec qui j'ai pu collaborer au cours de ces 3(5) années. Merci, Jacques, pour les discussions et les conseils que tu as pu me donner, notamment quand il s'agissait des guides de haut montage. Merci, Pierre-Alain, pour nos discussions autour du permafrost et de ton travail sur les infrastructures. Merci également à toi Marius, de m'avoir tout de suite intégré aux discussions lors de ma première conférence à Innsbruck. Merci également pour l'aide apportée dans le développement de mon terrain au Franz-Josefs-Höhe et pour ton enthousiasme à travailler sur les motivations des visiteurs. Merci également à Philipp et Magaye pour l'aide sur la réalisation des analyses statistiques présentes dans ce manuscrit. Merci les pédologues EDYTEM de m'avoir facilement prêté vos tablettes pour récolter toutes ces données.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des acteurs qui ont accepté de m'accorder du temps pour répondre à mes questions. Merci également de m'avoir permis, très facilement, d'accéder aux installations pour réaliser mes enquêtes que ce soit en France, en Suisse ou en Autriche. Merci pour votre confiance. Merci également aux milliers de visiteurs qui ont accepté de prendre quelques minutes pour répondre à mes enquêtes. Ce travail n'existerait tout simplement pas sans vous.

À un niveau plus personnel, merci, Déborah, pour tous ces moments partagés pendant ces trois années. Pour tous nos week-ends grimpe/vélo/van – vin, pour ta bonne humeur qui semble inébranlable et pour ta capacité à toujours voir les choses de manière positive. Le hasard fait bien

les choses puisque nous allons soutenir à 6 jours d'intervalle. Je suis heureux, au moment où j'écris ces lignes, de savoir que nos chemins se poursuivent sur une voie nouvelle. Merci à la rue Byzanet pour l'accueil toujours présent. Merci, Claudia, pour ton bureau pendant un certain confinement. Je souhaite également remercier mes amis, Axel, Bruno, Jérôme, Antoine, François, Sandrine, Elsa, Kira, et tous les autres, merci pour votre soutien et pour tous ces moments partagés. Merci aux Ayentôt pour votre accueil lors de nos expatriations. Enfin, je souhaite remercier ma famille et en premier lieu ma maman, ma mamie, Christophe. Merci pour votre soutien sans faille, de m'avoir encouragé, d'avoir toujours cru en moi et d'avoir toujours vu les choses pour moi de manières positives. Le résultat en est que l'on se prend à croire possible l'impossible.

# Avant-propos

Le présent manuscrit est le résultat de trois années de travail doctoral. Ce travail a, dès le départ été pensé dans une optique de publication d'articles scientifiques dans des revues internationales et donc, principalement en anglais. À la veille du dépôt de ce manuscrit, on peut estimer que cet objectif est rempli avec la rédaction de dix articles scientifiques dont cinq sont publiés, trois acceptés et deux en cours de révision. Compte tenu du temps passé, tout au long du travail doctoral, à la rédaction de ces articles, il semblait naturel de proposer un manuscrit « sur article », c'est-à-dire agençant les publications entre différentes liaisons, mais sans les reprendre sur la forme. Cependant, devant les problématiques que cela engendre, notamment pointées par la section 23 du CNU et devant la consommation excessive de temps qu'aurait nécessitée la rédaction complète d'un manuscrit « classique », il a été décidé de tenter une forme « hybride ». Ainsi, ce manuscrit reprend la quasi-totalité des articles rédigés durant ces trois années. Cependant, chacun d'entre eux a été traduit en français et parfois remanié pour s'intégrer au mieux au texte et former une suite logique. Les introductions redondantes ou le développement de certains cadres théoriques ne sont ainsi présentés qu'une seule fois. L'ensemble des articles complets sont disponibles dans le livre des Annexes. À ce titre, le livre des annexes se compose d'une première partie reprenant les articles classés en « Annexe A* », puis d'une seconde comprenant les autres, classées en « Annexe * ». Cette double classification a pour but de permettre au lecteur anglophone de se retrouver facilement entre les différents articles. À ce titre, l'introduction et la conclusion de ce manuscrit sont traduites en anglais dans le livre des annexes.

# Foreword

The present manuscript is the result of three years of doctoral work. From the outset, this work was conceived with a view to publishing scientific articles in international journals and therefore mainly in English. On the date of the submission of this manuscript, we can estimate that this objective has been met with the writing of ten scientific articles, five published, three accepted and two under revision. Considering the time spent throughout the doctoral work on writing these articles, it seemed natural to propose an "article-based" manuscript, i.e. arranging the publications between various links but without reworking them. However, in view of the problems this entails, as pointed out by section 23 of the French University National Council (CNU), and in view of the excessive consumption of time that writing a full "classic" manuscript would have required, it was decided to try a "hybrid" form. Thus, this manuscript includes almost all the articles written during these three years. However, each of them has been translated into French and sometimes reworked to fit the text and form a logical sequence. Redundant introductions or the development of certain theoretical frameworks are thus presented only once. The full text of the articles is available in the Appendix book. As such, the appendix book consists of a first part containing the articles classified as "Appendix A*", and a second part containing the others, classified as "Appendix *". This double classification is intended to enable the English-language reader to find his or her way easily between the various articles. As such, the introduction and conclusion of this manuscript are translated into English in the appendix book.

# Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE ..... 1

PARTIE 1 : LES ORIGINES DU TOURISME GLACIAIRE DANS LES ALPES, LA MENACE CLIMATIQUE ET LES QUESTIONS DE RECHERCHE ..... 9

CHAPITRE 1 – ORIGINES ET DEVELOPPEMENT DU TOURISME GLACIAIRE ALPIN ..... 13

CHAPITRE 2 – LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, UN DEFI MAJEUR POUR LE TOURISME GLACIAIRE ..... 29

CHAPITRE 3 – LE TOURISME GLACIAIRE EN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE : PROBLEMATIQUES, QUESTIONS DE RECHERCHE ET CADRAGE EPISTEMOLOGIQUE ..... 43

PARTIE 2 : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, UNE REALITE POUR LE TOURISME GLACIAIRE : QUELS IMPACTS ET ADAPTATIONS POUR LES OPERATEURS TOURISTIQUES ? ..... 65

CHAPITRE 4 – LE TOURISME FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ETAT DES CONNAISSANCES ET AXES DE RECHERCHE. 69

CHAPITRE 5 – IMPACTS ET ADAPTATION DES SITES TOURISTIQUES GLACIAIRES A TRAVERS LE MONDE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ..... 85

CHAPITRE 6 – LE TOURISME GLACIAIRE ALPIN FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : IMPACTS ET ADAPTATIONS FACE AUX FLUCTUATIONS ACTUELLES ET PASSEES ..... 103

PARTIE 3 : L'EXPERIENCE TOURISTIQUE FACE A LA FONTE DES GLACIERS DANS LES ALPES . 133

CHAPITRE 7 – LES MOTIVATIONS DES « TOURISTES GLACIAIRES », DERNIERE CHANCE POUR VOIR LE GLACIER ? ..... 135

CHAPITRE 8 – PAYSAGE EN MUTATION, DEGRADATION DE L'EXPERIENCE ? ..... 171

PARTIE 4 : LE FUTUR DU TOURISME GLACIAIRE, ENTRE SOUTENABILITE ET OPPORTUNITE. 193

CHAPITRE 9 – LE GEOTOURISME, UNE NOUVELLE FORME DE TOURISME GLACIAIRE ? ..... 197

CHAPITRE 10 – LES GLACIERS COMME LEVIERS FAVORISANT LES COMPORTEMENTS PRO-ENVIRONNEMENTAUX ? ..... 213

CHAPITRE 11 – L'ADAPTATION DU TOURISME GLACIAIRE ALPIN AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : *STATU QUO* OU TRANSFORMATION ? ..... 233

CONCLUSIONS GENERALES ..... 255

BIBLIOGRAPHIE ..... 265

TABLE DES FIGURES ..... 307

TABLE DES MATIERES ..... 311

# Acronymes

**ANOVA** – *Analysis of Variance*
**CC-P** – *Climate Change Perception*
**DGPV** – *Déformation Gravitaire Profonde de Versant*
**DoC** – *Department of Conservation*
**EFA** – *Exploratory Factor Analysis*
**IGN** – Institut National de l'Information Géographie et Forestière
**IPCC/GIEC** – *Intergouvernemental Panel on Climate Change* / Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
**GES** – Gaz à Effet de Serre
**GLIMS** – *Glacier Land Ice Measurements from Space*
**KMO** – Test de Kaiser-Mayer-Olkin
**PEB** – *Pro-Environmental Behaviour*
**PeBI** – *Pro-environmental Behaviour Intention*
**LCA/ACL** – *Latent Class Analysis* / Analyse en Classe Latente
**LCT** – *Last Chance Tourism*
**MNT** – Modèle Numérique de Terrain
**NASA** – *National Aeronautics and Space Administration*
**NEP** – *New Environmental Paradigm*
**NB-T** – *Nature-based Tourism*
**PAG** – Petit Âge Glaciaire
**PRISMA** – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*
**QTP** – Plateau Qinghai-Tibétain
**RCP** – *Representation Concentration Pathway*
**REP** – *Recreation Experience Preference*
**RGI** – *Randolph Glacier Inventory*
**SSP** – *Socio-economic Pathway*
**WTTC** – *World Travel and Tourism Council*
**UNEP** – *United Nations Environmental Program*
**UNESCO** – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
**WMO** – *World Meteorological Organization*

# Introduction Générale

La cryosphère, définie comme l'ensemble des portions de la surface terrestre où l'eau est présente sous forme solide (Barry & Gan, 2011), a des (inter-)relations fortes avec l'humanité et les sociétés depuis des siècles. À titre d'exemple, les Islandais ont été largement soumis aux fluctuations climatiques, notamment au cours du Petit Âge Glaciaire (PAG ; défini comme une période au climat froid s'étalant d'environ 1300 à 1850, qui a notamment conduit à une avancée des fronts et une prise de volume des glaciers ; Mann *et al.*, 2009) où près de la moitié de la population périt à cause de mauvaises récoltes, d'avancé des glaciers sur les zones cultivables et d'épidémies de peste (Jackson, 2019). Dans d'autres espaces à travers le monde, la cryosphère, et plus particulièrement les glaciers de montagne, ont été considérés par les populations comme des ressources économiques, spirituelles ou encore culturelles (Cruikshank, 2005). D'une manière générale, Su *et al.* (2019) ont montré que la cryosphère produit un certain nombre de services bénéficiant au bien-être humain. Parmi ceux-ci, on trouve des services d'approvisionnement en eau potable, en énergie ; de régulation climatique, écologique, du ruissellement des eaux ; de supports, incluant la cryosphère en tant que ressource à divers titres, ou des considérations géopolitiques et militaires ; et culturels en termes esthétiques, religieux, spirituels, ou encore lié à la récréation et au tourisme. Ces deux derniers aspects ont fait l'objet d'un développement précoce au sein des Alpes. La première description d'un glacier alpin est celle du glacier du Rhône (Suisse) en 1561 (Jorio, 2002). Bien que sommaire, elle sera complétée en 1708 et d'autres glaciers comme ceux de Grindelwald en Suisse seront visités à cette époque (Joutard, 1986). Mais le tourisme autour des glaciers va, c'est du moins ce qu'en retiendra l'histoire, naître en 1741 avec la visite de deux jeunes Anglais effectuant leur *Grand Tour* et qui se rendront pour la première fois aux *glacières de Chamouni* (massif du Mont-Blanc) dont la principale sera bientôt nommée 'Mer de Glace'. Le site du Montenvers qui lui donne accès verra par la suite sa fréquentation augmenter de décennie en décennie, passant d'une dizaine de visites pendant la décennie 1760 (Debardieux, 1990) à près d'un demi-million en 2018[1], faisant de la Montagne de « l'Envers » l'un des sites touristiques de plein air les plus visités des deux Savoies, le premier étant le téléphérique de l'Aiguille du Midi[2]. Visiter les glaciers ne fut pas propre à l'Europe, comme en témoignent les activités touristiques qui se développèrent autour des glaciers, par exemple en Nouvelle-Zélande ou au Canada (Figure 1).

[1] Donnée *Compagnie du Mont Blanc*

[2] Donnée Savoie-Mont-Blanc-Tourisme

*Figure 1. À gauche : excursion à cheval au Columbia Ice Field (Canada) - 1924 - Art Gallery Alberta ; à droite : excursion au glacier Franz Josef (Nouvelle-Zélande) - 1906 - West Coast New Zealand History.*

Si les activités touristiques sur et autour des glaciers ont pris de l'essor entre le milieu du XVIII^e^ et le début du XX^e^ siècle, elles sont devenues aujourd'hui très importantes en termes de nombres de visiteurs et de retombés économiques pour les territoires concernés. À titre d'exemple, le *Westland Tai-Poutini National Park* en Nouvelle-Zélande (incluant les glaciers Fox et Franz Josef) attirait plus de 500 000 visiteurs en 2015 (Stewart *et al.*, 2016). Au Canada, le glacier Athabasca attire approximativement 1 million de visiteurs chaque année (Lemieux *et al.*, 2018). En Chine, presque 2 millions de visiteurs accèdent chaque année au glacier Baishui n°1, considéré comme le plus visité du pays (Wang *et al.*, 2010). En Islande, ce sont presque 800 000 visiteurs qui passent chaque année près de la calotte de Jökulsárlón (Welling *et al.*, 2020). Loin d'être exhaustive, cette liste reflète l'importance que peuvent revêtir les glaciers en termes de ressource touristique. De plus, au-delà de l'aspect strictement économique, les glaciers et les paysages glaciaires possèdent de puissantes valeurs symboliques, culturelles et spirituelles (Allison, 2015).

Cependant, si les glaciers sont encore aujourd'hui une ressource touristique importante pour de nombreux territoires de montagne, ils sont aussi largement impactés par le changement climatique. Résultat de l'augmentation d'origine anthropique des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, le changement climatique se traduit notamment par une hausse des températures globales de surface de l'ordre de 1,10 °C sur la période 2011-2020 par rapport à la moyenne de référence 1850-1900 (IPCC, 2021). Même s'il s'agit d'un réchauffement des températures à l'échelle globale, le choix est fait ici de parler de 'changement climatique' tant les processus physiques qui le composent et les conséquences climatiques qui en résultent peuvent être variés et complexes, entrainant parfois des refroidissements localisés ainsi qu'un réchauffement non homogène à l'échelle de la planète (IPCC, 2014). Dans les territoires de montagne, l'une des principales conséquences visibles de ce changement climatique est le retrait généralisé de la cryosphère et particulièrement des glaciers alpins. Dans les Alpes, le volume total des glaciers est passé de 120 km$^3$ en 1990 à environ 80 à 90 km$^3$ en 2020 (Haeberli & Beniston,

2021). Ce retrait glaciaire rapide a des conséquences particulièrement fortes sur les paysages glaciaires (Figure 2).

*Figure 2. Évolution du glacier du Rhône (Suisse) : à gauche, fin XIXe siècle ; à droite, 2016 (C. Vincent) ; source : encyclopedie-environnement.org.*

Le retrait glaciaire n'est toutefois pas la seule conséquence du changement climatique. La dégradation du permafrost, c'est-à-dire le réchauffement des terrains gelés en permanence (Gruber, 2012), est une autre conséquence importante du changement climatique en montagne ; elle y entraine une augmentation de la fréquence et du volume des événements gravitaires rocheux (Ravanel & Deline, 2015). Le retrait glaciaire entraine également l'apparition d'une nouvelle période « paraglaciaire » caractérisée par une augmentation du nombre et de l'intensité des processus géomorphologiques comme la déstabilisation des moraines, la décompression des versants, ou encore l'intensification des événements gravitaires rocheux (Knight & Harrison, 2014).

Les conséquences du changement climatique sur les espaces de montagne et les impacts des processus géomorphologiques associés sur le tourisme ont déjà fait l'objet de travaux de recherche. La plupart d'entre eux se sont cependant largement concentrés sur les activités hivernales et sur l'industrie du ski et la ressource neige (*e.g.,* Steiger & Abegg, 2013 ; Gilaberte-Búrdalo *et al.*, 2014 ; Joly & Ungureanu, 2018 ; Spandre *et al.*, 2019 ; Scott *et al.*, 2020). À noter que de rares publications se sont penchées sur le ski d'été sur glacier (Falk, 2016 ; Demiroglu *et al.*, 2018). D'autres études se sont concentrées sur l'impact du changement climatique sur les activités estivales en haute montagne. Parmi elles, on peut noter quelques travaux menés sur les guides de hautes montagnes (Salim *et al.*, 2019 ; Mourey *et al.*, 2020), sur la pratique des treks de haute altitude (Purdie & Kerr, 2018; Watson & King, 2018), sur les accès aux refuges de haute montagne (Mourey & Ravanel, 2017 ; Mourey *et al.*, 2019b) ou encore sur l'évolution des itinéraires d'alpinisme et sur la dangerosité de certains d'entre eux (Mourey *et al.*, 2019a ; Mourey *et al.*, 2021). Parmi ces recherches, le tourisme glaciaire – ensemble des pratiques et activités touristiques et récréatives ayant lieu sur ou autour d'un glacier et dont celui-ci constitue l'une des

principales ressources marketing – occupe une place relativement restreinte malgré son importance historique. Quelques travaux ont investigué les conséquences du changement climatique sur le tourisme glaciaire en Nouvelle-Zélande (Purdie *et al.*, 2015; Stewart *et al.*, 2016), au Canada (Lemieux *et al.*, 2018), en Chine (Wang *et al.*, 2020), en Islande (Welling, 2020) ou encore en Bolivie (Kaenzig *et al.*, 2016). Cependant, malgré leur développement précoce, les sites touristiques glaciaires alpins ont jusqu'ici été peu étudiés pour eux-mêmes.

Ainsi, l'objectif de ce travail doctoral est de mieux comprendre la manière dont les sites touristiques glaciaires alpins sont impactés et s'adaptent aux conséquences du changement climatique. Cette problématique permet le développement de thématiques de recherche très différentes. Trois axes ont dès lors été choisis pour l'explorer. Avant toute investigation concernant le changement climatique, l'étape « zéro » consistera à inventorier les sites touristiques glaciaires alpins afin d'en tirer une typologie reflétant leurs différences structurelles et organisationnelles. Concernant l'influence du changement climatique, il s'agira dans un premier temps de comprendre comment les sites touristiques glaciaires sont impactés par le changement climatique à l'échelle mondiale et quelles sont les stratégies d'adaptation qui sont développées par les opérateurs touristiques. Cette première investigation permettra d'avoir une vision claire de l'état d'avancement de la recherche à ce sujet. Dans un deuxième temps, des travaux permettront de montrer l'influence du changement climatique et ses conséquences sur les sites touristiques glaciaires à l'échelle alpine. Il s'agira de questionner les impacts ainsi que les stratégies d'adaptation développées selon plusieurs temporalités qui intégreront le présent et les évolutions depuis le début du tourisme autour de la Mer de Glace en 1741. Dans un troisième temps, il s'agira d'interroger les conséquences du changement climatique et du retrait glaciaire sur l'expérience des visiteurs. Plusieurs axes seront développés autour des motivations des visiteurs des sites glaciaires ; de leur perception des paysages fortement impactés par le retrait des glaciers ; et des comportements que ces paysages les amènent à adopter.

### *Organisation du manuscrit et place des articles scientifiques*

Afin de répondre aux enjeux actuels en matière de publication scientifique pour la diffusion des connaissances et pour la construction d'un projet professionnel orienté vers la recherche, le travail doctoral s'est construit autour de la rédaction de 10 articles scientifiques publiés. Cependant, le choix a été fait de ne pas proposer un manuscrit 'sur articles', afin notamment d'éviter les redondances au niveau des introductions et des revues de littérature, permettant ainsi une lecture plus fluide et en langue française. Les articles, principalement rédigés en anglais, ont donc été traduits et remaniés pour s'intégrer au mieux le long des sections. L'ensemble des articles est disponible en annexe. Le manuscrit se compose de onze chapitres répartis dans quatre parties.

La **première partie** vise à poser les bases de la recherche doctorale. Dans un premier temps, le Chapitre 1 présentera les origines et le développement du tourisme en montagne, l'évolution de **l'intérêt touristique pour les glaciers**, ainsi que le **développement du tourisme glaciaire** à travers différents exemples. Le Chapitre 2 présentera un état actuel des connaissances sur le **changement climatique**, ses impacts sur la cryosphère et l'influence de la réduction de la cryosphère sur les dynamiques géomorphologiques en montagne. Dans un second temps, ce chapitre abordera les évolutions climatiques futures et leurs conséquences. Le Chapitre 3 sera consacré à la formulation des **questions de recherches et des hypothèses de travail** au regard des chapitres précédents, ainsi que de l'explicitation du positionnement épistémologique. Ce troisième chapitre sera également l'occasion de définir le tourisme glaciaire alpin et de présenter un inventaire alpin des sites correspondants.

La **deuxième partie** de ce manuscrit sera consacrée aux questions **d'impacts et d'adaptations des opérateurs du tourisme glaciaire** face aux conséquences du changement climatique. Le Chapitre 4 reviendra sur la littérature concernant l'influence du changement climatique sur le tourisme au sens large et à travers le monde. Ce premier chapitre permettra également de définir le terme d'adaptation et de montrer comment il a été mobilisé dans les études concernant le tourisme. Le Chapitre 5 nous conduira sur le sujet du tourisme glaciaire à travers la présentation d'un travail de revue de littérature dont l'objectif était d'identifier les différentes stratégies d'adaptation développées par les opérateurs du tourisme glaciaire pour répondre aux conséquences du changement climatique et du retrait de la cryosphère. Le Chapitre 6 recentrera le propos sur les Alpes européennes avec la présentation de deux études qui y ont été menées. Il sera d'abord question de **l'influence des fluctuations glaciaires passées** dans le développement du tourisme glaciaire autour de la Mer de Glace. À travers une analyse géo-historique, l'objectif sera alors de questionner les stratégies d'adaptations qui ont été développées par les opérateurs touristiques dans le passé. Dans un deuxième temps, nous reviendrons sur des problématiques contemporaines avec la présentation d'un travail d'identification des impacts du changement climatique et des adaptations mises en œuvre par les opérateurs de six sites touristiques glaciaires répartis en France, en Suisse et en Autriche.

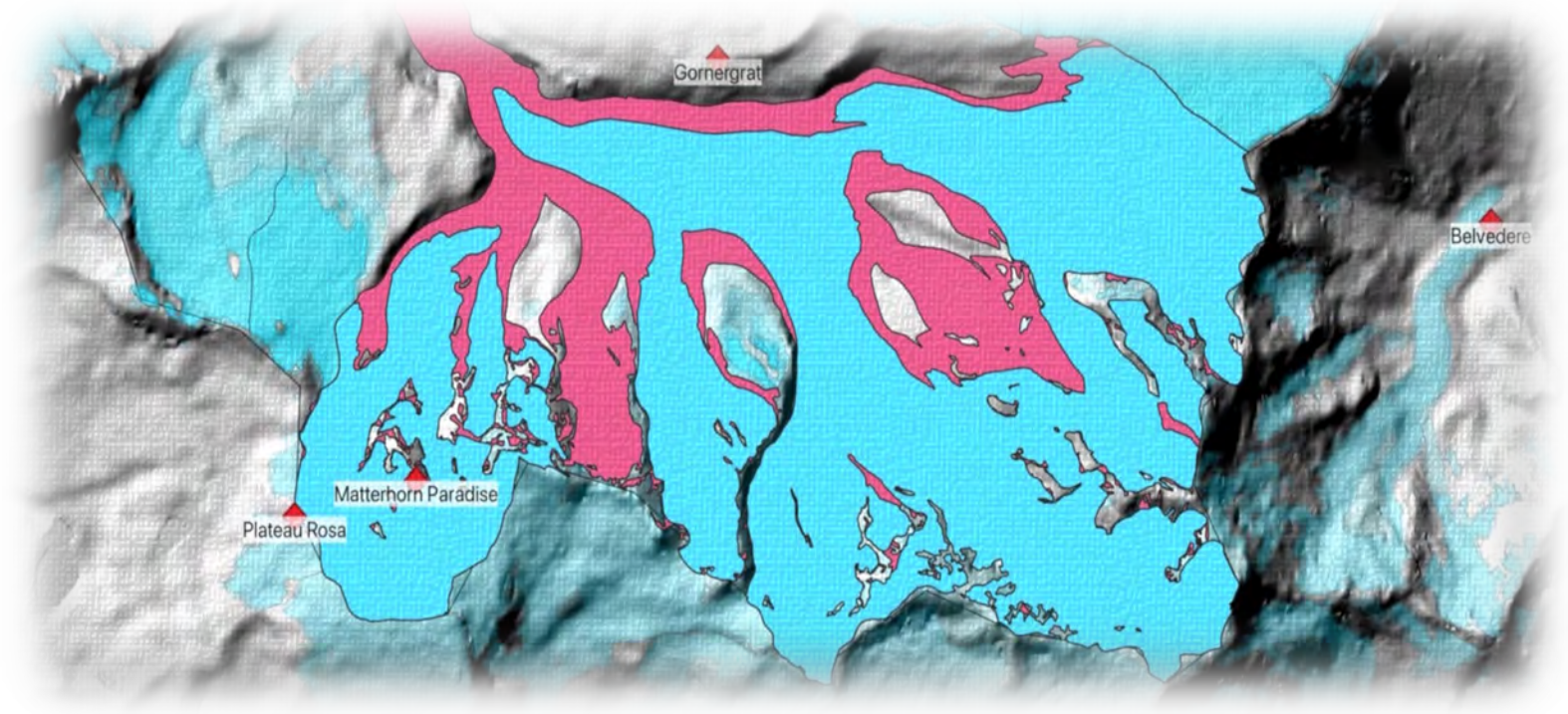
La **troisième partie** s'intéressera plus spécifiquement aux questions **d'expérience des visiteurs** des sites touristiques glaciaires alpins. Le Chapitre 7 développera la question des **motivations** des visiteurs sous l'angle du « tourisme de la dernière chance » (ou LCT pour ***Last Chance Tourism***, une forme de tourisme visant explicitement à voir des éléments, principalement naturels, avant qu'ils ne disparaissent ; Lemelin *et al.*, 2010). Ce chapitre présentera ainsi les résultats d'une enquête utilisant une méthodologie mixte autour de la Mer de Glace visant à identifier les motivations des visiteurs. Dans un deuxième temps, ce chapitre présentera les résultats d'une enquête quantitative questionnant les profils des visiteurs de six sites touristiques

glaciaires français, suisses et autrichiens. Le Chapitre 8 s'intéressera quant à lui à la manière dont les visiteurs du site du Montenvers-Mer-de-glace **perçoivent et jugent esthétiquement le paysage**. Ce travail combinant approche qualitative et quantitative devra permettre de comprendre ce que le retrait glaciaire implique en termes de perception esthétique du paysage.

La **Partie 4** se veut prospective. Dans le Chapitre 9, il sera question du tourisme glaciaire comme une forme de **géotourisme** (forme de tourisme de nature se concentrant sur la géologie et le paysage en y incluant des notions d'éducation et de valeur scientifique ; Newsome & Dowling, 2010). Ce travail investiguera cette question à l'aide de la comparaison de deux cas d'études que sont le site du Jökulsárlón en Islande et de la Mer de Glace. Le Chapitre 10 tentera ensuite de comprendre comment la mise en tourisme de la culture scientifique et la visite de paysages glaciaires, marqueurs du changement climatique, peuvent avoir des effets positifs sur la mise en œuvre de **comportements pro-environnementaux**, définis comme des comportements en faveur de l'environnement. Enfin, le Chapitre 11 sera l'occasion de revenir sur les travaux réalisés au cours de ce travail doctoral, en comparant notamment les résultats issus des enquêtes auprès des gestionnaires de sites aux résultats issus des enquêtes auprès des visiteurs. Il sera également question dans ce dernier chapitre de questionner **l'avenir du tourisme glaciaire** et la durabilité des stratégies d'adaptation développées au regard des projections climatiques et de leurs conséquences en termes de retrait glaciaire pour les 30 prochaines années. Nous terminerons sur une réflexion théorique à propos du devenir du tourisme glaciaire une fois ces derniers disparus et sur l'avènement d'un tourisme post-glaciaire proposé comme une forme de **tourisme post-Anthropocène**.

L'ensemble des travaux présentés dans ce manuscrit s'insère dans la réflexion menée par le Labex ITTEM concernant la transition des territoires de montagne. Certains des travaux présentés ont également reçu le soutien du projet EU Alcotra *Adapt Mont Blanc*.

# Partie 1 : Les origines du tourisme glaciaire dans les Alpes, la menace climatique et les questions de recherche




Extension des glaciers Théodule et Gorner entre 1850 (rouge) et 2006 (bleu ; données issues du RGI 6.0 ; GLIMS).

**Résumé :**

Cette première partie a pour objectif de poser les bases de ce travail doctoral. Le premier chapitre expose les importances historiques, économiques et symboliques du tourisme glaciaire dans les Alpes. Le deuxième chapitre montre que le changement climatique actuel induit une augmentation des dynamiques glacio-géomorphologiques dans les espaces de montagnes qui pèse comme une menace – entre autres – sur le tourisme glaciaire. Enfin, le troisième chapitre développe, par le biais de la réalisation d'un inventaire, les différentes formes de tourisme glaciaire dans les Alpes. Il pose également les questions de recherche, le point de vue épistémologique et les stratégies méthodologiques qui seront développées dans la suite du manuscrit.

## Introduction de la Partie 1

L'image choisie pour illustrer l'introduction de cette première partie représente la surface des glaciers de Theodule et du Gorner (Suisse) en 1850 (rouge) et 2006 (bleu) selon les données issues de l'inventaire GLIMS (Raup *et al.*, 2007), sur un modèle numérique de terrain fourni en accès libre par la NASA. Les plus attentifs auront noté la présence de différents losanges rouges assortis d'un nom. Il s'agit de sites touristiques, parfois d'importance historique comme pour le Gornergrat – point d'arrivée d'un train à crémaillère construit en 1898 – ou plus récents, comme le *Matterhorn Paradise* dont la télécabine (parait-il la plus haute du monde[3]) qui en permet l'accès a été inaugurée 120 ans plus tard, le 29 septembre 2018. À elle seule, cette illustration évoque les différents points qui nous intéressent ici : d'un côté, des sites touristiques permettant l'accès à des glaciers qui ont une importance historique et qui montrent encore aujourd'hui une dynamique d'investissement et d'innovation en termes d'infrastructures ; et de l'autre, l'une des conséquences les plus visibles du changement climatique actuel : le retrait glaciaire. Ces deux éléments constituent le point de départ de ce travail doctoral et cette première partie vise à en poser les bases.

Le chapitre 1 reviendra sur l'essor de l'intérêt touristique pour les Alpes d'une manière générale puis, plus spécifiquement, pour les glaciers. Ce chapitre visera également à montrer le développement touristique qui s'est opéré, à partir de 1741, autour des grands glaciers alpins et les infrastructures – hôtels, trains, téléphériques – que ce développement a engendré. Dans un deuxième temps, ce chapitre permettra de prendre du recul – géographiquement parlant – pour donner un aperçu de ce que signifie le tourisme glaciaire à l'échelle mondiale aujourd'hui : quelles pratiques recouvre-t-il, quelles infrastructures ont été développées et quels sites peut-on observer actuellement à l'échelle mondiale ? Il ne s'agira pas d'être exhaustif, mais plutôt de montrer que ce qui a eu cours dans les Alpes ne s'y est pas cantonné.

L'objectif du second chapitre sera de définir le contexte climatique dans lequel évolue le tourisme glaciaire actuellement. Dans un premier temps, il s'agira de revenir sur les éléments actuels que la science a produits concernant le changement climatique aux échelles mondiales et alpines. Dans un deuxième temps, notre regard se tournera vers les conséquences que ce changement implique pour les espaces de haute montagne. Retrait glaciaire extrêmement marqué, intensification des processus géomorphologiques issus de la période paraglaciaire, et réchauffement du permafrost sont les principales transformations qu'il s'agira de décrire ainsi que

[3] https://www.matterhornparadise.ch/fr/Medias/Matterhorn-glacier-ride/Inauguration - consulté le 01/10/2021

leurs conséquences. Enfin, les éléments liés aux projections climatiques pour les décennies à venir et les modélisations réalisées quant à leurs effets sur la cryosphère seront explicités.

Le troisième chapitre visera à présenter le travail de recherche qui sera développé dans cette thèse. Dans un premier temps, il tentera de définir le « site touristique glaciaire alpin » puis de montrer sa diversité à travers la réalisation d'un inventaire. Celui-ci, en plus de présenter l'objet de notre recherche, fournira une base de réflexion pour le choix des terrains d'étude qui seront investigués dans les trois parties suivantes. La seconde partie de ce chapitre sera l'occasion de présenter les questions de recherches principales qui ont guidé ce travail et les hypothèses correspondantes. Ce manuscrit étant construit autour de différentes questions de recherche, chacune d'entre elles sera ensuite présentée et détaillée au début de chacun des chapitres liés. Enfin, la troisième section de ce troisième chapitre tentera d'expliciter la posture épistémologique générale dans laquelle s'inscrit ce travail ainsi que les principales stratégies méthodologiques employées.

En somme, cette première partie a pour objectif de poser les bases du travail doctoral, à la fois pour comprendre son origine, pour comprendre les différents processus glacio-géomorphologiques qui exercent une influence sur le tourisme glaciaire, puis pour montrer les directions prises en termes de stratégies de recherche, de questionnements et de méthodologie.

# Chapitre 1 – Origines et développement du tourisme glaciaire alpin

Le tourisme glaciaire revêt une importance toute particulière pour le tourisme alpin. Cette importance explique, en partie, les questionnements actuels. Dans ce chapitre, il s'agit donc de montrer comment un intérêt pour les glaciers s'est construit dès le milieu du XVIIIe siècle. Il sera ensuite question du fonctionnement actuel du tourisme glaciaire alpin à la fois en termes de pratiques et de sites touristiques. Ce chapitre se veut donc un moyen de situer le tourisme glaciaire, ses pratiques, ses sites et son importance historique vis-à-vis des évolutions climatiques actuelles.

## *1.1 – Développement de l'intérêt touristique pour les Alpes et ses glaciers*

### *Les origines du tourisme alpin*

Les Alpes sont traversées depuis plusieurs millénaires. Outre les routes commerciales et militaires, les pèlerinages, effectués dans un but religieux, peuvent être considérés comme les premières traversées « touristiques » des Alpes. En témoignent les nombreux hospices accueillant les pèlerins : hospice du Petit Saint-Bernard (X$^{e}$), du Cenis, du Genèvre et du Lautaret (XII$^{e}$-XIII$^{e}$) (Boyer, 1999). D'autres types de mobilités se développent entre le XV$^{e}$ et le XVI$^{e}$ siècle comme les *peregrinatio academica* des étudiants entre les différentes universités européennes (Levasseur *et al.*, 2018). Au XVI$^{e}$ siècle apparaissent des ouvrages de voyage qui traitent de l'Italie, mais qui s'intéressent au sud-est de la France en tant que « point d'entrée » (Boyer, 1999). À la même période, certaines sources thermales sont recommandées pour les cures, avec par exemple celle de Saint-Moritz dans les Grisons en Suisse (Debarbieux, 1995).

L'intérêt touristique pour les Alpes en tant que telles se développe au cours des XVII$^{e}$ et XVIII$^{e}$ siècles, d'abord de manière pratique en considérant les montagnes comme des obstacles. En effet, le développement des mobilités des jeunes aristocrates anglais, connues sous le nom de *Grand Tour*, va nécessiter de mieux connaître les territoires montagnards qui sont un point de passage obligé pour les « *Tour-istes* » se rendant en Italie par les Alpes, aujourd'hui françaises et suisses (Levasseur *et al.*, 2018). À cette époque, les montagnes sont dans la majorité des cas considérées comme des passages obligés et désagréables ainsi que l'écrivait en 1730 John Spencer : « J'aimerais beaucoup les Alpes s'il n'y avait pas les montagnes » (*in* Boyer, 1999 p. 46). De plus, les voyageurs du XVII$^{e}$ sont principalement intéressés par les ruines romaines du sud-est de la France et par les différentes cités que par un quelconque attrait esthétique des paysages (Boyer, 1999). Mais dès le XVIII$^{e}$ siècle, les montagnes et notamment les Alpes suisses (ou considérées comme suisses puisque de nombreux guides touristiques vont considérer

Chamonix et ses alentours comme faisant partie de la Suisse), sont visitées pour elles-mêmes. Le récit de Mr Lepays, percepteur d'impôt, publié en 1672[4] est l'un des premiers récits à évoquer les aspects esthétiques du paysage qu'il observe à Chamonix. De nombreux guides touristiques vont ensuite être publiés : on compte 416 ouvrages publiés entre 1780 et 1914 et considérés comme des guides à destination des voyageurs et portant sur la Suisse (Tissot, 2017).

La sensibilité esthétique pour les Alpes va progresser au XVIIIe siècle, d'abord avec les écrits suisses allemands de Stanyan, Scheuchzer, Salomon Gessner et A. de Haller (Engel & Vallot, 2016), puis avec plus de retentissement dans le monde francophone avec les écrits de Jean-Jacques Rousseau (Boyer, 1999). La *Nouvelle Héloïse* est à ce titre considérée comme marquant un changement dans la sensibilité des voyageurs et comme déclencheur des voyages qui suivront en Suisse (Boyer, 1999). Parallèlement, la naissance de l'alpinisme va marquer le développement du tourisme alpin. Ainsi, en 1741, les Anglais W. Windham et R. Pococke visitent Chamonix. Leur motivation pour venir voir les « glacières de *Chamouni* » est mal comprise. Le voyage de Genève à Chamonix, qui ne fait pas partie des itinéraires classiques du *Grand Tour*, dure deux jours et l'absence d'hôtel ou d'auberge à destination oblige les voyageurs à se réfugier au prieuré du bourg (Debarbieux, 1988). Le lendemain, les Anglais, accompagnés de « guides » locaux, accèdent à la Mer de Glace. Ils en ramèneront un récit qui sera publié sous forme épistolaire entre W. Windham et P. Martel et qui ouvrira la voie au tourisme dans la vallée de Chamonix (Joutard, 1986). En 1765, le premier hôtel ouvre ses portes à Chamonix (Spilmont, 2014). En 1761, le Genevois Horace-Bénédicte de Saussure fait publier dans les paroisses d'Argentière, des Houches et du Prieuré de *Chamouni* un document annonçant qu'il offrirait une importante récompense à quiconque saurait lui trouver un chemin d'accès vers le sommet du Mont-Blanc. Ses motivations sont d'ordre scientifique. À cet appel, Jacques Balmat, alors chasseur de chamois et cristallier, tente une ascension en solitaire en 1786. Infructueux, il redescend et apprend que cinq guides sont partis pour le sommet. Il tente alors de les rejoindre et les dépasse. Mais tous feront demi-tour. Jacques Balmat cherche alors un compagnon pour réaliser l'ascension finale. Il rencontre alors Pierre Paccard, médecin à Chamonix. Ensemble, ils atteindront le sommet le 7 août 1786. Mais il faudra attendre 1787 pour que de Saussure l'atteigne à son tour, accompagné de 18 guides, et qu'il procède à des relevés d'altitude (Poncelin 1997). Si cet épisode a été développé ci-dessus, c'est que l'ascension du plus haut sommet des Alpes marque une évolution dans l'intérêt porté pour les montagnes. En plus des intérêts scientifiques ou naturalistes des premières heures, la conquête des sommets devient une motivation pour nombre de visiteurs à venir. Ainsi, au XIX$^{e}$, la conquête des sommets dans une démarche sportive va conduire à l' « Âge d'or » de l'alpinisme (Debarbieux, 1990).

[4] Lepays (1672). *Les nouvelles œuvres de Mr Lepays*. Paris p. 377.

*De l'intérêt croissant pour les glaciers*

> *« Qu'on se représente à présent cette grande vallée, qu'on a dit être parallèle à celle de Chamougny, comme un lac qui, ayant été furieusement agité par une grosse bise, se seroit gelé tout d'un coup dans cette grande agitation ; car toute la glacière, envisagée depuis la montagne, paroit du premier coup d'œil sous cette figure, mais dès qu'on approche, quelques-unes de ces vagues paroissent avoir plus de quarante pieds de hauteur. Qu'on se représente ensuite cette grande vallée de glace ouverte en plusieurs endroits par des gorges de montagnes, dont il y en a cinq de principales, qui aboutissent à la vallée de Chamougny. Ce sont ces extrémités ou gorges que les habitants de Chamougny nomment glacières. »*
>
> W. Windham et P. Martel (1879). *Relation de leurs deux voyages aux glaciers de Chamonix (1741-1742)*, p. 71, Genève.

Parallèlement au développement de l'alpinisme – dont il ne sera pas question ici –, un intérêt particulier pour les glaciers se développe entre le XVI$^{e}$ et le XVIII$^{e}$ siècle. Il est d'abord mu par une volonté religieuse de stopper l'avancée des fronts glaciaires qui menacent les villages dans cette période caractérisée par le Petit Âge Glaciaire. En 1644 et 1669, l'évêque de Genève se rend ainsi à Chamonix pour demander le retrait des glaciers (Bidaut & Gendrault, 1997). Plus souvent, l'intérêt pour les glaciers dérive d'un intérêt scientifique comme en témoigne la première description sommaire du glacier du Rhône en Suisse en 1561 (Jorio, 2002), puis par la description plus poussée qu'en fera le savant Scheutzer en 1708 (Joutard, 1986). C'est également au milieu du XVIe siècle que Merian publie la première gravure et description du glacier de Grindelwald en Suisse (Joutard, 1986). Cependant, bien que ces premières descriptions de glacier existent, c'est celle de la Mer de Glace par Windham et Pococke en 1741 (encadré ci-dessus) qui marquera le début d'un intérêt touristique pour les glaciers.

Le retentissement des voyages de P. Martel, W. Windham et R. Pococke dans le milieu aristocratique est tel que de nombreuses personnalités de l'époque viendront voir la Mer de Glace dans les années qui suivirent. H. B. de Saussure, en 1760, est l'un des premiers, suivi du duc de la Rochefoucault en 1762, de M. T. Bourrit en 1766, de J. Moore en 1772, de T. Blaikie en 1779, ou encore de Goethe en 1779 (Ballu, 2002). On compte ainsi 10 excursions au Montenvers pendant la décennie 1760, 28 dans les années 1770, puis 52 pour la décennie 1780 qui verra d'ailleurs de Saussure se plaindre de la trop forte fréquentation du Montenvers (Debarbieux, 1990). L'augmentation du temps d'accès et du nombre de visiteurs rendent nécessaire la construction d'un premier « refuge ». Cela sera concrétisé avec la construction par T. Blair du

« *Blair's Hospital* » en 1775, puis du Temple de la Nature en 1795 (Bidaut & Gendrault, 1997). L'accès au Montenvers est cependant difficile à cette époque et il faudra attendre 1820 pour que M. Couttet (guide) initie la construction d'un sentier de muletier, puis 1821 pour que la profession de guide s'organise à Chamonix (Debarbieux, 1990). Voir la Mer de Glace devient alors l'attraction principale avec, par exemple, 1066 courses effectuées au Montenvers en 1867 (Boyer, 1999).

Bien que Chamonix et la Mer de Glace soient aujourd'hui considérés comme le point de départ de l'intérêt touristique pour les glaciers, il doit être mentionné que d'autres lieux ont fait l'objet de visites dans le but d'en voir les glaciers. En Suisse, le glacier du Rhône en est un exemple marquant avec la création en 1867 de l'hôtel Belvédère aujourd'hui situé à côté de l'accès au glacier. On peut également citer la visite du glacier du Pasterze en Autriche par l'Empereur François Joseph en 1856, ou l'intérêt des premiers visiteurs de Grindelwald pour ses glaciers (Mévillot, 1995). À Zermatt, si l'attrait des glaciers n'égale pas celui du Cervin, une importante fréquentation touristique se développera dès la fin du XIXe siècle (Reichler, 2013). À l'inverse, si le Valais est traversé, notamment par M. T. Bourrit et H. B. de Saussure, aucun d'eux ne soupçonne la présence du plus grand glacier des Alpes, le glacier d'Aletsch (Broc, 1991).

Les visites des glaciers alpins, au moins jusqu'au XIX$^{e}$ siècle, relèvent donc de différentes motivations : elles naissent d'abord dans des objectifs religieux ou scientifiques comme en témoignent la venue de l'évêque de Genève à Chamonix puis les mesures faites par P. Martel à la Mer de Glace. Ce sont ensuite des motivations artistiques qui vont conduire notamment M. T. Bourrit à réaliser de nombreuses gravures du paysage. Il semble ensuite que la renommée du site ait attiré des visiteurs comme Marie Louise d'Autriche en 1814 ou Mary Shelley en 1816. Comme l'évoque Joutard (1986), l'environnement en tant que « nature » ne semble toutefois pas être une des motivations des premiers visiteurs des glaciers. Quoiqu'il en soit, ces premières visites et l'intérêt grandissant pour les glaciers alpins vont concourir au développement touristique des régions concernées et à la réalisation de nombreux aménagements et infrastructures.

### *1.2 – Aménagements et développement des infrastructures et des pratiques touristiques autour des glaciers*

*Développement des pratiques touristiques autour des glaciers*

Après l'« invention » des glaciers comme attracteurs touristiques au XVIII$^{e}$ siècle, leur fréquentation et, par suite, des infrastructures et des pratiques s'y développent au XIX$^{e}$ siècle. À Chamonix, les pratiques se cristallisent autour de la Compagnie des Guides fondée en 1821 qui va tendre à s'approprier les espaces de haute montagne chamoniards (Bourdeau, 1991). Cette appropriation territoriale de la haute montagne par la Compagnie des Guides va être appuyée par la municipalité de Chamonix en 1842 en imposant aux locataires du bail du Montenvers de surveiller les individus qui emmèneraient des voyageurs sans être membres de la Compagnie (Debarbieux, 1990). Si la pratique de l'alpinisme s'affirme au XIX$^{e}$, la visite de la Mer de Glace reste majoritaire ; la première année de fonctionnement de la Compagnie des Guides, 1200 courses sont réalisées dont la majorité consiste à monter au Montenvers pour voir la Mer de Glace (Chaubet, 1994).

Les pratiques touristiques qui se développent autour des glaciers concernent d'abord des excursions qui consistent à voir ou à toucher la glace (Figure 3). Au glacier du Rhône, la première grotte de glace est creusée en 1870 ; au glacier des Bossons (France), une grotte de glace est creusée dès 1865 ; et à la Mer de Glace, alors nommé « glacier des Bois », l'une des premières pratiques consistait à « voir » l'Arche de l'Arveyron, une arche de glace naturelle formée au front

*Figure 3. Vue du glacier et de la source du Rhône, 1829. Source : VIATICALPES.*

du glacier et mentionnée dès de 1742 par P. Martel (Ballu, 2002; Zryd, 2001). Cet attrait pour les « cavernes de glace » naturelles ou artificielles est également présent aux glaciers inférieur et supérieur de Grindelwald (Tschudi, 1864).

À partir de 1840, et mis à part les itinéraires d'alpinisme, des pratiques « sur » les glaciers se développent avec notamment la traversée de la Mer de Glace qui va devenir une excursion majeure à Chamonix pendant près d'un siècle (Ballu, 2002). D'autres itinéraires existent dans la vallée et sont mentionnés par de nombreux guides touristiques publiés au XIXe siècle : la traversée du Montenvers jusqu'à un plat entouré de glace nommé « le Jardin » ou la traversée de Chamonix à Courmayeur par le glacier du Géant (Salim *et al.*, 2021b). D'autres glaciers sont visités à travers les Alpes et des excursions y sont proposées à d'autres fins que celle de gravir un sommet. C'est le cas notamment du glacier d'Aletsch avec le passage de John Tyndall en 1860 (Broc, 1991) ou du glacier inférieur de Grindelwald qui devient une attraction touristique importante à la fin du XIX$^{e}$ siècle comme en témoignent les premiers itinéraires proposés par Thomas Cook qui proposent très souvent une excursion à Grindelwald et à son glacier inférieur (Froelicher, 2004). Les activités sur et autour des glaciers génèrent une importante activité économique. À Chamonix en 1890, le nombre de guides et de porteurs en activité est de 340 ; ils sont épaulés par 150 muletiers, soit environ l'effectif humain des activités agricoles à la même période (Debarbieux, 1990). Outre l'apparition du voyagiste Thomas Cook et de ses premiers voyages en Europe qui incluent des destinations « glaciaires » comme Grindelwald et Chamonix en 1863 (Froelicher, 2004), c'est le désenclavement de Chamonix après le rattachement de la Savoie à la France en 1860 et l'arrivée du chemin de fer à Grindelwald en 1893 et à Chamonix en 1901 qui vont donner une ampleur plus importante au tourisme dans ces régions (Gide & Banaudo, 1998).

### *Le développement du rail vers les glaciers*

L'essor du chemin de fer et la construction du premier train « de montagne » sur le Mont Washington (1916 m, États-Unis) en 1866 donnent des idées aux promoteurs touristiques. En 1871, ce n'est pas à proximité d'un glacier, mais au Rigi (sommet lucernois ; 1797 m) qu'est inauguré le premier train à crémaillère d'Europe. On pense alors que le tourisme est « fonction du rail » (Kämpfen, 1974; p. 4). Le premier train à crémaillère menant vers un glacier est celui du Gornergrat (Suisse). Inauguré en 1898, il permet l'accès à une vue plongeante sur le *Gornergletscher* (Figure 4) et sur le Cervin (4478 m).

À Chamonix, trois autres projets ferroviaires se dessinent à la fin du XIXe siècle. L'un vise à proposer un accès plus rapide au Montenvers et à la Mer de Glace, le second ambitionne d'emmener des voyageurs jusqu'au sommet du Mont-Blanc, tandis que le troisième doit mener

des touristes jusqu'au refuge du Couvercle. La première idée nait en 1835 et propose de conduire des touristes en train jusqu'au sommet du Mont-Blanc (Debarbieux, 1990). L'idée reste cependant en suspend pendant plusieurs décennies (Debarbieux, 1990). C'est donc en premier lieu le projet d'un train à destination du Montenvers qui va se construire. Cependant, l'investissement dans un projet de chemin de fer menant aux glaciers chamoniards semble peu rentable avant que le train de la compagnie P.L.M ne desserve Chamonix en 1904 et Argentière en 1906 (Debarbieux, 1990). Cette accessibilité nouvelle ainsi que la construction de palaces quatre étoiles font de Chamonix un lieu prisé par l'aristocratie et la bourgeoisie anglaise (Veyret-Verner & Petit, 1972). Pourtant, l'annonce d'un projet de construction d'un train à crémaillère provoque la colère des Chamoniards et surtout des guides qui y voient une menace forte pour leur activité dont le produit phare est justement la montée au Montenvers à dos de mulets suivie de la traversée du glacier vers le Chapeau (Chaubet, 1994). L'administration française (État et Département) tentera dès lors de contourner la grogne chamoniarde. Le train sera inauguré en 1908 et atteindra le Montenvers en 1909 (Debarbieux, 1990).

*Figure 4 : Vue depuis la terrasse de la gare d'arrivée du Gornergrat en 1905. Source : HelveticArchives / Confédération suisse.*

Parallèlement, en 1896, l'ingénieur Saturnin Fabre s'adresse à la mairie des Houches pour solliciter une concession visant à construire une ligne de chemin de fer menant au Mont-Blanc. Il est épaulé par Joseph Vallot qui expose un projet consistant à percer une galerie dans la montagne qui se terminerait 250 m sous le sommet aux « Rochers Rouges » (Debarbieux, 1990). Un contre-projet est déposé à peu près au même moment par Henri Duportal, responsable de la construction de la ligne P.L.M. entre Cluses et le Fayet. Il envisage un autre passage : du Fayet au col de Voza

puis vers l'aiguille du Goûter pour finalement rejoindre le Mont-Blanc. Jouant sur des termes juridiques consentant une procédure plus simple pour la construction d'un tramway plutôt qu'une voie ferrée, le projet Duportal obtiendra une concession en 1907 (Debarbieux, 1990). La première portion est inaugurée en 1909 ; le Nid d'Aigle est atteint en 1912. Cependant, pour des raisons principalement techniques, la construction de la ligne ne dépassera pas le Nid d'Aigle et n'atteindra jamais le sommet du Mont-Blanc. À ce titre, un projet de requalification du site envisage en 2020 le prolongement de la ligne[5].

En 1909, un projet de funiculaire est déposé pour relier le hameau des Bois au refuge du Couvercle en passant par le Montenvers (Dartiguepeyrou, 2007). Cependant, la préfecture émet d'importantes réserves quant à ce projet qui viendrait directement concurrencer la ligne du Montenvers juste construite (Debarbieux, 1990). Le passage par le Montenvers est abandonné au profit d'un passage par le Chapeau. Cependant, des lenteurs administratives et l'arrivée de la Première Guerre mondiale mettront fin au projet (Debarbieux, 1990).

À la fin du XIXe siècle, deux autres projets de chemin de fer voient le jour dans les Alpes occidentales : celui du Cervin et celui de la Jungfrau. Le premier ne sera jamais réalisé, mais celui de la Jungfrau amènera à la plus haute gare d'Europe, à 3454 m d'altitude (Perrin, 1965). La ligne, construite au sein de la montagne devait permettre de relier Grindelwald (puis Interlaken) et la Jungfrau à 4161 m (Kämpfen, 1974). Le Conseil Fédéral est d'abord réticent à l'idée d'autoriser une concession à si haute altitude et ne l'accorde d'abord que jusqu'à 3200 m. Il finira par céder et accorder la totalité de la concession. Cependant, les difficultés financières liées à la construction des premiers tronçons puis les difficultés techniques amèneront les ingénieurs à ne jamais poursuivre la voie de chemin de fer au-delà de la Jungfraujoch (Perrin, 1965).

Ces trains à crémaillères permettant d'accéder rapidement et sans effort aux grands glaciers alpins rencontrent un vif succès : la fréquentation du train du Montenvers est de 8166 voyageurs l'année de l'inauguration, 23 740 l'année suivante, 32 350 en 1921, 76 620 en 1930 puis aux environs de 200 000 en 1952 (Debarbieux, 1990). Après l'électrification de la ligne en 1954, la fréquentation augmente encore pour atteindre plus de 500 000 voyageurs les années suivantes. Bien que la fin du XIXe siècle constitue un point de bascule pour Chamonix entre l'attrait historique des « glacières » et la montée en puissance de l'attrait du sommet du Mont-Blanc (Joutard, 1986), les chemins de fer récemment construits utilisent les glaciers pour leur promotion. La comparaison de quatre affiches des grandes lignes touristiques glaciaires au début du XXe siècle (Figure 5) montre l'importance du glacier en tant qu'attracteur touristique. L'exception est donnée par l'affiche promotionnelle du Gornergrat qui offre une place limitée au

[5] https://actu.hautesavoie.fr/explorez-actu/un-renouveau-pour-le-mythique-tramway-du-mont-blanc - consulté le 01/10/2021

glacier, laissant de l'espace pour le Cervin. Cette montagne restera l'emblème de Zermatt – et de Valais Tourisme – jusqu'à aujourd'hui et les glaciers continuent d'y tenir qu'une place secondaire.

*Figure 5. Affiches promotionnelles des quatre lignes ferroviaires glaciaires. De gauche à droite : Gornergrat, 1899 (Réseau des chemins de fer Jura-Simplon); Montenvers, 1909 (P.L.M); Tramway du Mont-Blanc, 1925 (Roger Broders); Jungfraubahn, 1920 (Emil Cardinaux).*

*L'Épopée du ski et l'avènement des installations à câbles*

Si les premières décennies du XXe siècle sont fécondes pour le rail, ce mode de transport va vite laisser place à celui par câble. Ce dernier se développe un peu partout dans les Alpes durant l'entre-deux-guerres (Knafou, 1978). À ce jeu-là, Chamonix est considérée comme l'une des premières stations françaises (Debarbieux, 1990). C'est entre 1923 et 1936 que les premiers téléphériques français sont construits à Megève, Saint-Gervais, aux Houches, à Aix-les-Bains, Morzine et Chamonix (Knafou, 1978). Ces installations ne concernent pas de grands glaciers et il faudra attendre plusieurs décennies avant qu'un grand téléphérique ne desserve un espace glaciaire.

Le premier projet de ce qui deviendra ensuite le « téléphérique des glaciers » à Chamonix est déposé en 1905 par un riche entrepreneur suisse qui envisage un premier tronçon en train entre le hameau des Pèlerins et le glacier des Bossons. Une succession de trois funiculaires aériens amènerait ensuite les visiteurs sous le point culminant de l'Aiguille du Midi, à 3770 m d'altitude (Couzy & Mangeot, 2003). Envisagé comme la remontée mécanique la plus haute du monde et permettant de skier toute l'année, ce premier projet ne verra finalement jamais le jour, notamment du fait du décès de son principal porteur et de la Première Guerre mondiale. Un projet de téléphérique vient alors le remplacer en 1922, aboutissant à la construction d'un premier tronçon Chamonix-La Para en 1924 puis d'un second, en 1927, jusqu'à « la gare des glaciers » située au pied de la face nord de l'Aiguille du Midi, avec l'objectif de poursuivre ensuite jusqu'au col du Midi (Debarbieux, 1990). Différentes péripéties techniques et financières ralentiront le projet d'accès au col du Midi qui ne verra finalement jamais de ligne commerciale arriver à terme. Le fonctionnement du téléphérique des glaciers s'achèvera en 1951 (Couzy & Mangeot, 2003). Un autre projet de téléphérique verra le jour peu après, donnant naissance en 1955 au téléphérique de l'Aiguille du Midi.

D'autres grands projets de téléphériques se développent à travers les Alpes comme celui du col du Cervin en 1937 ou encore celui des vallons de la Meije en 1976 (Laslaz, 2007). Sur le versant italien du massif du Mont-Blanc, le téléphérique de la pointe Helbronner permettra de rejoindre le glacier du Géant dès 1947 (Roy, 2004). La Suisse n'est pas en reste : entre 1950 et 1975, le nombre de téléphériques présents sur le territoire est multiplié par 10, passant de 39 à 381. Si dans de nombreux cas, il s'agit de développer la pratique du ski, certains sont aussi pensés pour d'autres usages (Crivelli, 2011).

Le tourisme au sein de territoires comportant des glaciers s'est d'abord développé en été, à Grindelwald, Zermatt et Chamonix. Cependant, au début du XXe siècle, le développement du ski contribue peu à peu au développement de ces territoires et les guides touristiques qui les évoquent accordent une importance de plus en plus grande au tourisme hivernal (Tissot, 2017).

Les espaces glaciaires vont toutefois maintenir le développement d'infrastructures pour le tourisme estival. La pratique de l'alpinisme, si elle reste anecdotique en termes de volume par rapport au ski, va stimuler la construction et le maintien de nombreux refuges de haute montagne. Mais c'est le ski d'été sur glacier qui produira les infrastructures les plus imposantes tout en développant une nouvelle pratique sur les glaciers alpins. Les stations françaises équipent leurs glaciers entre les années 1960 et 1980 : Val d'Isère au glacier du Pisaillas ; Tignes au glacier de la Grande Motte ; La Plagne au glacier de Bellecôte ; Val Thorens au glacier de Péclet ; ou encore la Grave, les Arcs, les Deux Alpes et l'Alpe d'Huez (Laslaz, 2009). Chamonix n'est pas en reste et plusieurs téléskis prévus pour fonctionner l'été vont être construits sur le glacier du Géant dans la deuxième moitié des années 50 (Debarbieux, 1990). En plus des pratiques liées à la contemplation du paysage et à l'alpinisme, les glaciers vont devenir également un support de la pratique du ski.

### *1.3 – Qu'est-ce que le tourisme glaciaire aujourd'hui ?*

Le développement des activités touristiques autour des grands glaciers alpins a donné naissance à la fois à des sites touristiques, c'est-à-dire à des « espaces principalement caractérisés par des pratiques de passage dans un but de loisir » (Knafou *et al.*, 1997) et à des pratiques variées qui peuvent être touristiques, mais également récréatives ; les pratiques récréatives s'entendent comme des pratiques de loisir se déroulant proche de l'espace quotidien quand les pratiques touristiques désignent des pratiques de loisir réalisées hors de l'espace quotidien (Knafou *et al.*, 1997). Si la première partie de ce chapitre s'est attelée à fournir des éléments relatifs à la trajectoire historique du développement des activités touristiques autour des glaciers en se limitant au cadre alpin, l'objectif de cette troisième partie est de donner un aperçu à l'échelle mondiale des sites et des pratiques touristiques et récréatives prenant place actuellement 'sur' ou 'autour' d'un glacier.

#### *Des pratiques touristiques et récréatives glaciaires*

L'une des principales pratiques touristiques liées aux glaciers consiste à « voir la glace ». Contempler un glacier en tant que touriste est possible dans de nombreuses régions du monde avec, par exemple, le *Jökulsàrlon* en Islande, visité par plus de 100 000 visiteurs chaque année (Welling, 2020), le glacier du Bashui en Chine et ses plus de 3,5 millions de visiteurs annuels (Wang *et al.*, 2010), ou encore du glacier canadien Athabasca et son million de visiteurs annuel (Lemieux *et al.*, 2018). Les Alpes ont aussi leurs grands glaciers touristiques avec la Mer de Glace en France et ses presque 400 000 visiteurs annuels (Salim & Ravanel, 2020), ou le glacier

autrichien du Pasterze et ses 800 000 visiteurs annuels[6]. Voir l'un des glaciers cités précédemment est parfois une pratique récréative. Celles-ci sont le plus souvent réalisées dans le cadre de randonnées, par exemple au glacier de l'Étendard (St-Sorlin en Isère).

La randonnée glaciaire est une pratique qui s'est développée dans de nombreux territoires. Il est ainsi possible d'en réaliser de nombreuses sur les glaciers du massif du Mont-Blanc, des Écrins ou de la Vanoise (France), du Valais ou de l'Oberland bernois (Suisse), ou encore sur certains glaciers italiens et autrichiens. Ces pratiques se sont également développées ailleurs dans le monde comme en Norvège (Furunes & Mykletun, 2012) ou en Nouvelle-Zélande où la randonnée sur les glaciers Fox et Franz Josef est une activité phare du « *Glacier Country* » (Purdie, 2013). L'alpinisme est également une pratique qui, si elle ne dépend pas uniquement des glaciers, possède une composante glaciaire importante (Mourey, 2019). C'est le cas pour de nombreuses courses emblématiques à travers le monde comme le Mont Rose en Suisse, le Mont-Blanc en France, le *Chomo Lungma* - Mont Everest au Népal ou encore l'*Aoraki* - Mont Cook en Nouvelle-Zélande. Les pratiques d'initiation à l'alpinisme telles que les écoles de glace sont également des pratiques glaciaires (Salim *et al.*, 2019).

Au-delà de ces principales pratiques touristiques et récréatives, on peut identifier d'autres pratiques, quasi exclusivement touristiques, qui consistent par exemple à visiter les grottes de glace creusées dans de nombreux glaciers à travers le monde comme dans celui du Rhône en Suisse, du Stubaï en Autriche ou encore du Langjokull en Islande[7]. Il est également possible de survoler les glaciers néo-zélandais dans le cadre de *scenic flights*[8], ou encore de skier l'été dans des stations françaises, suisses et autrichiennes (Figure 6).

Le tourisme glaciaire revêt donc de nombreuses réalités allant de pratiques directement en prise avec l'environnement glaciaire comme l'alpinisme ou la randonnée (glaciaire ou non), ou de pratiques nécessitant des véhicules ou des infrastructures importantes comme dans le cas des *scenic flights* ou du ski d'été. Dans tous les cas, les pratiques décrites ont toutes comme point commun d'utiliser un glacier, soit comme support pour la pratique comme dans le cas des randonnées glaciaires ou du ski d'été, soit comme élément structurant la démarche comme dans le cas de randonnée ayant pour but d'observer un glacier ou comme dans le cas de la visite de grottes de glace. De ce fait, parce que le glacier est un élément naturel et même si les espaces pratiqués sont parfois largement anthropisés, les pratiques touristiques glaciaires peuvent être considérées comme relevant du tourisme de nature (Mehmetoglu, 2007). De la même manière, elles peuvent également être assimilées à des pratiques récréatives de nature lorsqu'elles ne sont

[6] Chiffres non publiés, fournis par la société d'exploitation de la *Grossglockner road*.

[7] https://www.youtube.com/watch?v=vNWBl8U5Q1A&t=53s - consulté le 01/10/2021

[8] https://www.glacierhelicopters.co.nz/ - consulté le 01/10/2021

pas réalisées dans un contexte touristique. Ces pratiques glaciaires existent par rapport à un espace qui a parfois fait l'objet d'aménagements, a été valorisé, et a donné naissance à ce qu'on nommera ici un « site touristique glaciaire ».

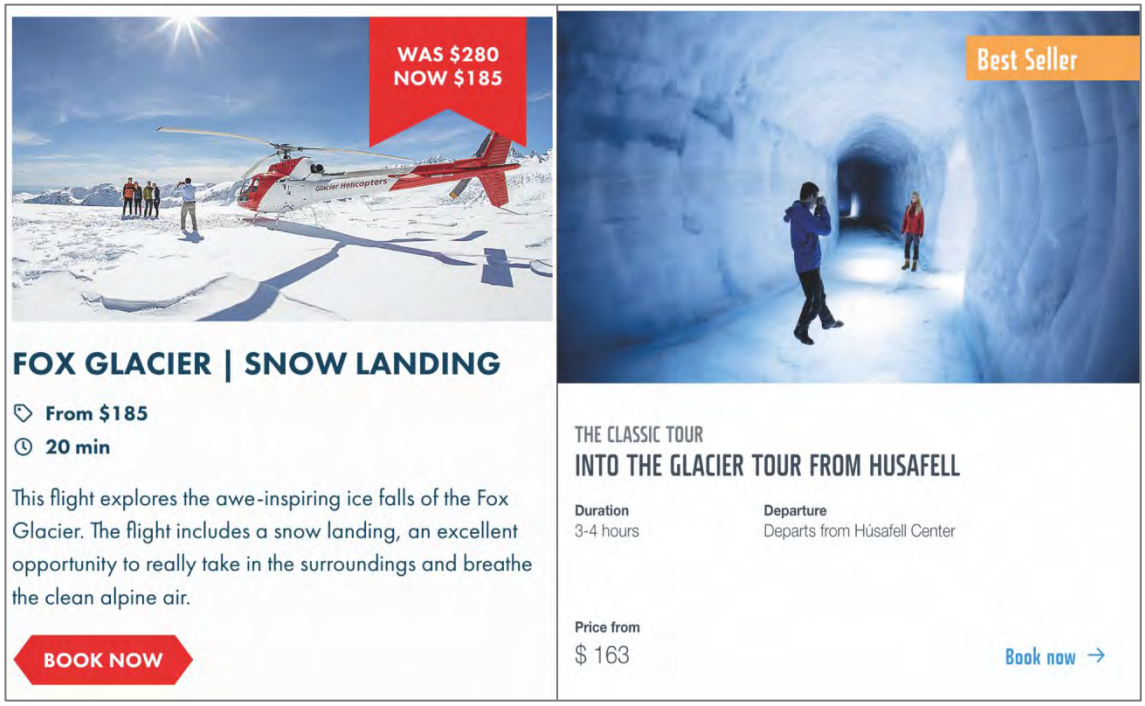



*Figure 6. Deux exemples d'offre touristique ; à gauche, le « scenic flight » avec atterrissage sur le glacier Fox en Nouvelle-Zélande (glacierhelicopter.co.nz) ; à droite, visite de la grotte de glace du glacier islandais Langjokull (intotheice.is).*

### *Les « sites touristiques glaciaires »*

Si les pratiques touristiques s'entendent du point de vue des personnes qui les entreprennent, les « sites touristiques glaciaires » sont un moyen de conceptualiser des espaces relativement restreints où se déroulent des pratiques touristiques ayant trait aux glaciers et dont l'aménagement a été pensé en ce sens (même sommairement comme dans le cas du balisage d'un sentier). Il existe à travers le monde de nombreux sites qui répondent à cette définition. Outre les exemples évoqués plus haut, on peut par exemple considérer les trois sites emblématiques européens que sont l'Aiguille du Midi à Chamonix, la Jungfraujoch et le Gornergrat en Suisse.

Le site de l'Aiguille du Midi, accessible par le téléphérique menant à 3842 m d'altitude, est notamment intéressant par la diversité des pratiques qui y prennent place été comme hiver : pour de nombreux visiteurs, il s'agit d'observer un paysage glaciaire de haute altitude, de prendre un repas à près de 4000 m d'altitude, ou de tenter le « *Pas dans le vide* » (Figure 7). Pour d'autres, il s'agit d'un site d'accès à la haute montagne et aux nombreuses courses d'alpinisme qu'il est possible de réaliser au départ des infrastructures. Pour d'autres encore, il s'agit d'un téléphérique

qui permet de pratiquer le ski et en particulier d'effectuer la descente de la Vallée Blanche (itinéraire à ski non balisé et non aménagé, reliant le sommet de l'aiguille du Midi à Chamonix).

Non loin de Chamonix, dans les Alpes valaisannes, se situe le train à crémaillère du Gornergrat qui conduit les visiteurs à 3089 m d'altitude d'où ils pourront randonner à pied l'été et à ski ou en raquettes l'hiver sur des chemins balisés, descendre en hiver la piste de luge « la plus haute de Suisse »[9] ou les pistes de ski, manger au restaurant, visiter un centre commercial, ou profiter de la plateforme panoramique pour contempler le glacier du Gorner, le Mont Rose et le Cervin. Ils auront également l'occasion de visiter une exposition photographique ou de se promener équipés de l'audioguide « Wolli et les détectives du climat »[10].

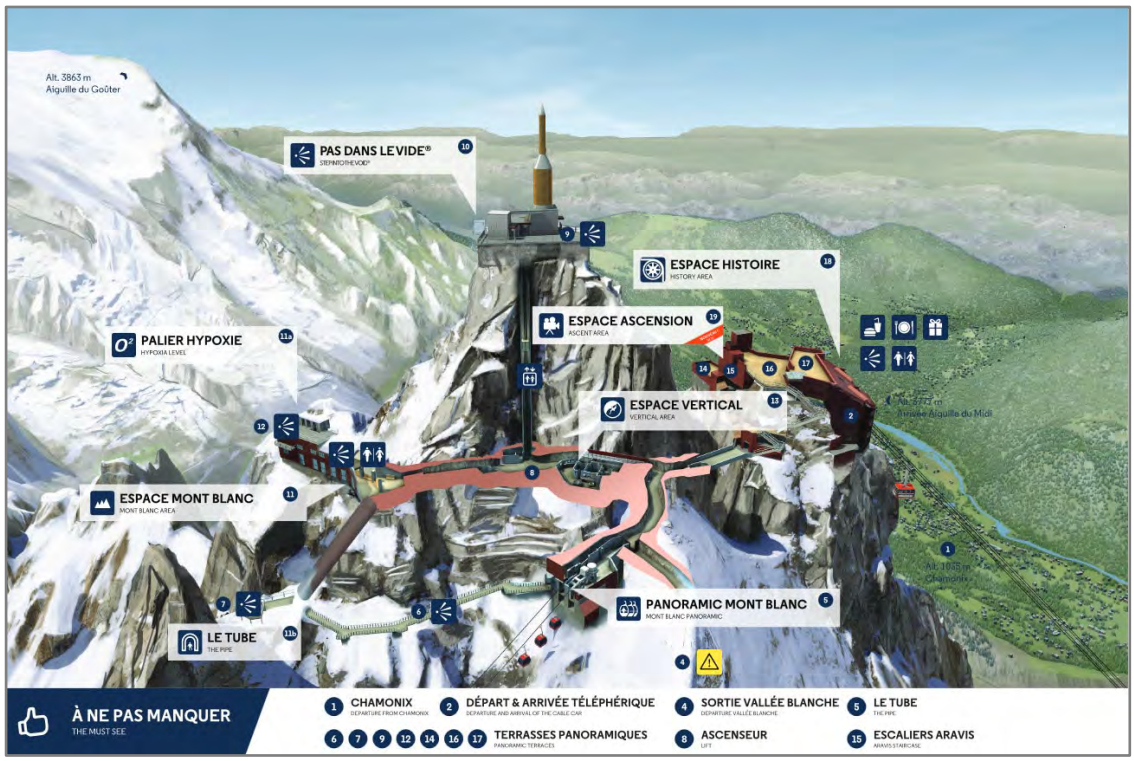



*Figure 7. Plan du site de l'Aiguille du Midi ; source : Compagnie du Mont-Blanc (2021).*

Dans l'Oberland Bernois, c'est le train à crémaillère de la Jungfraujoch qui dépose les touristes au « *Top of Europe* », gare ferroviaire la plus haute de Suisse, à 3454 m. Les visiteurs pourront y visiter le « Palais de glace », une grotte de glace construite dans la partie supérieure du glacier d'Aletsch (*Jungfraufirn*), profiter du « *Snow fun park* » et de ses descentes en bouées gonflables ou encore de faire des achats au centre commercial d'altitude comprenant, entre autres, un magasin Lindt et Tissot[11]. Pour le « paysage », une salle de cinéma à 365° permet aux visiteurs

[9] https://www.zermatt.ch/fr/Media/Attractions/Gornergrat - consulté le 01/10/2021

[10] *Ibid*

[11] https://www.jungfrau.ch/fr-ch/jungfraujoch-top-of-europe/ - consulté le 01/10/2021

de profiter de la vue en cas de mauvais temps.

Ces trois sites représentent différents modes de développement du tourisme glaciaire. D'autres sites de nature différente existent comme au glacier du Rhône où une grotte de glace est accessible en quelques minutes de marche seulement. Le Franz Josef Höhe en Autriche, accessible *via* la route touristique (à péage) du Grossglockner, permet de contempler le glacier du Pasterze, mais également d'y marcher avec un moniteur du Parc National du Höhe Tauern, de visiter différentes expositions sur les thèmes de la glaciologie, de l'environnement et de l'histoire du lieu. On peut aussi évoquer des sites touristiques glaciaires situés en dehors des Alpes comme le site du glacier du Tasman en Nouvelle-Zélande qui permet de profiter de la vue sur le glacier et le lac proglaciaire du Tasman ; des excursions en bateau à moteur s'effectuent jusqu'au plus proche de la glace. On peut également citer le glacier Athabasca au Canada et son accès en « *Glacier explorer* », un bus conçu pour progresser directement sur la langue glaciaire. Enfin, le site islandais du Jökulsárlón, avec ses randonnées glaciaires et ses possibles expéditions en « bateau roulant » (Figure 8).

*Figure 8. De gauche à droite : glaciers Athabasca (ph. G.Wilkinson), de Jökulsárlón (icelagoon.is) et du Rhône (E. Salim, 2019)*

## *Conclusion du Chapitre 1*

Les sites touristiques glaciaires évoqués ci-dessus ne sont que quelques exemples de la diversité des sites et des pratiques qui existent autour des glaciers à travers le monde. Cependant, ils montrent que le tourisme glaciaire inclut à la fois des pratiques et des sites largement développés, en termes d'infrastructures, de fréquentation et de renommée et qui représentent des offres touristiques qui font, dans certains cas, l'objet d'une forte fréquentation (Aiguille du Midi ou Jungfraujoch par exemple). Ainsi, le développement historique des sites touristiques glaciaires et son développement aujourd'hui montrent l'importance de ceux-ci en termes de tourisme estival pour certains territoires de montagne. Il s'agit d'une importance à la fois économique, marquée par plusieurs centaines de milliers de visiteurs dans certains cas, mais également d'une importance symbolique pour ce que représentent les glaciers au sein de l'environnement montagnard. Ainsi,

le changement climatique et le retrait glaciaire rapide et généralisé qu'il impose posent la question de l'évolution de ces sites et pratiques et de leurs devenirs. Leur intégration dans le paysage touristique et économique montagnard semble aujourd'hui bouleversée. Il est donc tout d'abord nécessaire de revenir sur le concept de changement climatique, des connaissances produites à son sujet et de ses conséquences sur les espaces de haute montagne.

# Chapitre 2 – Le changement climatique, un défi majeur pour le tourisme glaciaire

Les glaciers, masses de glace directement dépendantes du climat, sont la ressource principale du tourisme glaciaire. Le changement climatique actuel entraîne un retrait généralisé des glaciers à travers le monde. Au-delà des seuls glaciers, l'ensemble de la cryosphère (*c.f.* introduction) est impactée. De plus, le retrait glaciaire produit une dynamique dite « paraglaciaire » qui peut impacter les activités humaines. Ce chapitre propose un état des lieux des connaissances concernant l'évolution du climat dans le monde puis dans les Alpes, ses conséquences sur la cryosphère et les processus et dynamiques associées, puis introduit les projections et modélisations pour le futur. En sommes, ce chapitre expose le contexte environnemental dans lequel s'effectue cette recherche doctorale.

## *2.1 – Le changement climatique, un état de la connaissance*

### *Le changement climatique dans le monde et en France*

Le changement climatique actuel inclut une augmentation des températures de l'air en surface. Pour la période 2011-2020, la température moyenne annuelle globale a été de l'ordre de +1,10 °C supérieur à celle de la période 1850-1900 (IPCC, 2021). Ce réchauffement observé des températures n'est toutefois pas homogène et varie en fonction des secteurs géographiques. Par exemple, entre 1901 et 2012, la température de la partie est de l'Amérique du Sud s'est élevée de près de 2,5 °C quand celle de l'Europe de l'Ouest s'est élevée d'environ 1,5 °C (IPCC, 2014). Les régions de hautes latitudes et de hautes altitudes, notamment dans l'hémisphère nord, sont les régions où le réchauffement est le plus rapide comme en Arctique ou dans les Alpes (IPCC, 2021) où le réchauffement atteint des valeurs jusqu'à plus de deux fois supérieures à la moyenne planétaire. De plus, les températures moyennes de l'air à travers le monde montrent que chacune des quatre dernières décennies a été successivement plus chaude que les précédentes (IPCC, 2021). À l'échelle globale, le changement climatique se traduit par une augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, du volume des précipitations, de la fréquence des épisodes de sècheresse, d'inondations, d'incendies de grande taille, de tempêtes ainsi qu'une augmentation du niveau des océans s'accompagnant d'une modification de leur composition chimique (Mora *et al.*, 2018).

En France métropolitaine, les données *Météo France* montrent que la température moyenne s'est élevée de 1,7 °C depuis 1900 (Figure 9). Cette augmentation des températures a notamment eu pour effet de diminuer le nombre de jours froids, c'est-à-dire de jours où la

température minimale est inférieure au dixième percentile par rapport à la moyenne de la période 1961-1990 (IPCC, 2014). Le nombre de jours de gel est également en baisse contrairement aux vagues de chaleur qui s'intensifient (Planton *et al.*, 2015). Les données *Météo France* montrent que les cumuls de précipitations sont restés relativement stables à l'échelle nationale depuis 1959, mais ont évolué plus localement avec, par exemple, une baisse des cumuls dans le sud et une augmentation des cumuls dans nord de la France[12].

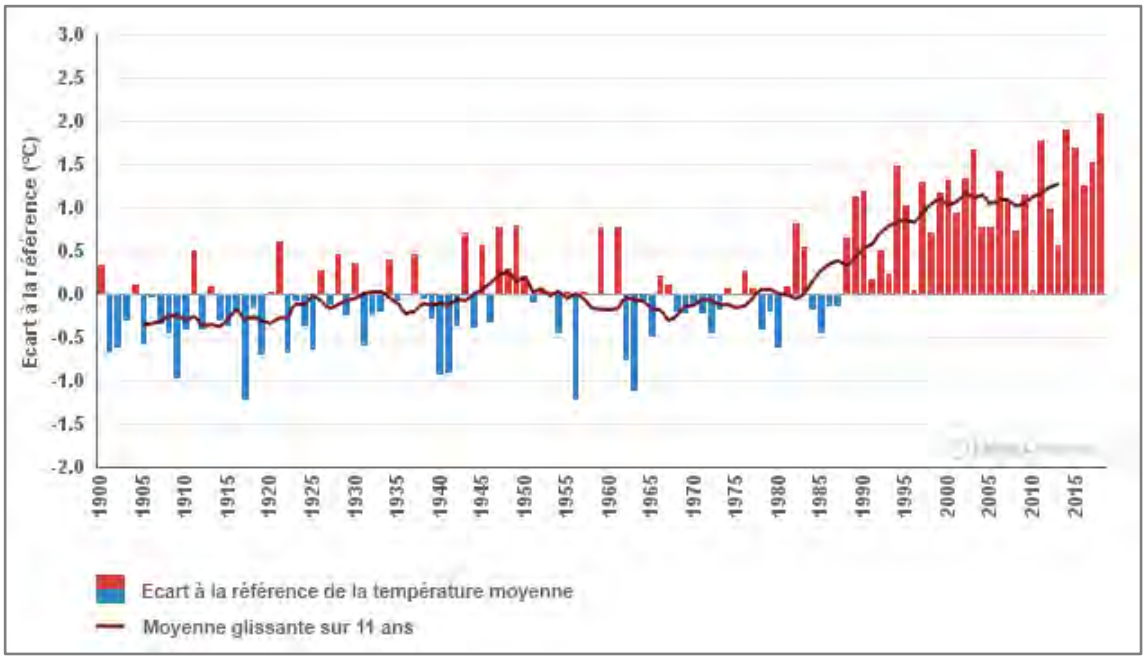



*Figure 9. Écarts à la température moyenne annuelle enregistrée entre 1961 et 1990 en France métropolitaine (Météo-France).*

### *Le changement climatique dans les Alpes*

Les Alpes sont particulièrement sensibles au changement climatique avec un réchauffement moyen de l'ordre de 2 °C par rapport à la période de référence 1961-1990 (Auer *et al.*, 2007; Einhorn *et al.*, 2015). L'augmentation des températures n'est cependant pas homogène géographiquement et montre une augmentation d'environ +0,3 °C par décennie entre 1500 m et 3000 m d'altitude et de +0,14 °C au-dessus de 4000 m dans le massif du Mont-Blanc (Gibelin *et al.*, 2014). L'élévation des températures moyennes décennales a par ailleurs été de 0,40 °C en hiver et de 0.46 °C en été entre 1959 et 2008 d'après des données provenant de 91 stations météorologiques situées dans les Alpes suisses (Rangwala & Miller, 2012). L'isotherme 0 °C s'est également élevé de quelque 400 m d'altitude dans les Alpes depuis 1980 (Böhm *et al.*, 2010).

[12] Données disponibles : http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd - consulté le 01/10/2021

L'évolution des précipitations est peu marquée dans les Alpes françaises (Durand *et al.*, 2009), mais l'augmentation des températures a néanmoins un impact fort sur l'enneigement. Depuis 1970, en moyenne par décennie, la date des premiers jours de neige a reculé de 3,5 jours, tandis que la fonte des neiges a avancé de 5,8 jours dans les Alpes suisses (Klein *et al.*, 2016). La durée d'enneigement a donc été réduite de 37,2 jours en 40 ans. Zubler *et al.* (2014) montrent une diminution du nombre de jours de chute de neige de 8,9 ± 2,7 jours par décennie depuis 1980, à une altitude de 2500 m dans les Alpes suisses.

Le réchauffement actuel des températures de l'air dans les Alpes (et plus généralement en Europe occidentale) intervient à la suite d'un réchauffement qui a suivi la fin du Petit Âge Glaciaire (PAG), surtout marqué à partir du début du XXe siècle. Le PAG est une période climatique qui est définie soit d'un point de vue glaciaire comme une période s'étendant de ~ 1350 à 1850 et où les appareils glaciaires alpins et nord-américains ont été plus importants en volume que durant les siècles précédents ; ou d'un point de vue climatique, comme une période s'étendant de ~ 1550 à 1850 et où les moyennes de températures de l'air ont été sensiblement plus faibles que celles de la période de référence 1961-1990 (Matthews & Briffa, 2005). Cependant, d'après les données *Météo France*, le réchauffement actuel des températures est de l'ordre de quatre fois supérieur pour la période 1970-2009 que pour la période 1934-1970. De plus, des réanalyses récentes montrent que le PAG climatique n'est pas spatialement homogène sur l'ensemble de la planète tandis que le réchauffement actuel est observé sur 98 % de la surface du globe (Neukom *et al.*, 2019). Ce réchauffement entraîne notamment des évolutions rapides de la haute montagne.

### *2.2 – Les impacts du changement climatique sur les espaces de montagnes*

Le changement climatique induit de profonds changements de la cryosphère de haute montagne et engendrent des processus liés à la période dite « paraglaciaire », c'est-à-dire qui résultent de processus non glaciaires, mais directement liés à la déglaciation (Ballantyne, 2002; Mercier, 2011).

#### *Évolution des glaciers alpins*

L'évolution paysagère la plus visible dans la haute montagne alpine est sans aucun doute le retrait glaciaire. Principalement conditionné par l'augmentation des températures (Beniston *et al.*, 2018), il caractérise la quasi-totalité des glaciers à travers le monde depuis la fin du PAG (Gardent *et al.*, 2014) et il est en nette accélération depuis les années 1990 (Zemp *et al.*, 2015).

L'évolution des températures impacte en premier lieu l'altitude de la ligne d'équilibre des glaciers (limite entre la zone d'accumulation d'un glacier où la neige hivernale se maintient durant l'été et la zone d'ablation où elle fond) qui influence d'autres paramètres comme la longueur, l'épaisseur, le volume ou la vitesse d'écoulement du glacier. Dans les Alpes, cette ligne d'équilibre est en moyenne remontée de 114 m en altitude entre les périodes 1901-1930 et 1971-2000, passant de 2980 à 3094 m (Žebre *et al.*, 2021). Ce changement a notamment impliqué une baisse d'altitude moyenne des glaciers alpins (Figure 10 ; Sommer *et al.*, 2020).

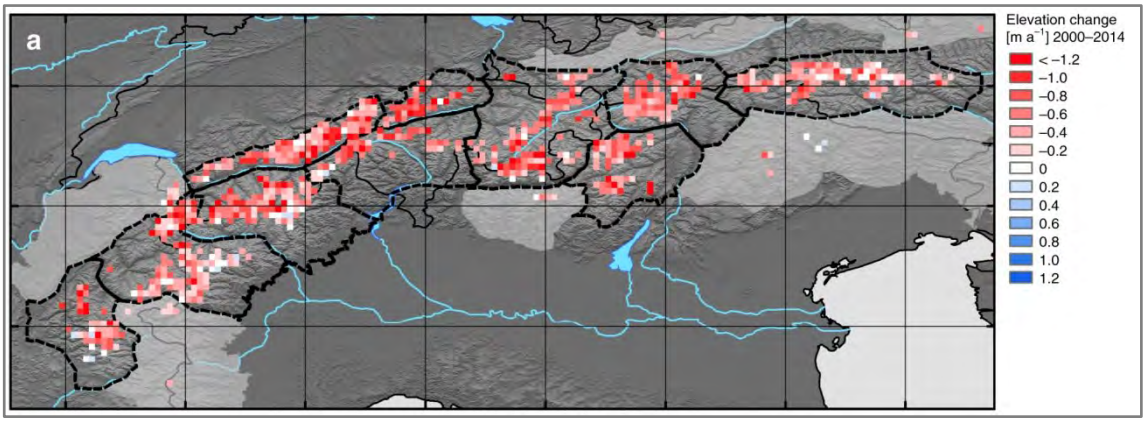



*Figure 10. Changements d'altitude de la surface des glaciers alpins incluant des glaciers de surface supérieure à 0,05 km$^2$ (Sommer et al., 2020).*

Le recul des fronts glaciaires, et donc la réduction de la longueur des glaciers, est l'une des évolutions les plus visibles dans le paysage (Figure 11). À titre d'exemple, le front de la Mer de Glace - le plus grand glacier des Alpes françaises - a reculé de 750 m entre 1878 et 1999 et de 732 m entre 1999 et 2019 (données *Glacioclim*; Vincent *et al.*, 2007). Le glacier d'Aletsch (Suisse) - plus grand glacier des Alpes - a quant à lui perdu 3,36 km de longueur entre 1870 et 2019 (GLAMOS - *Glacier Monitoring Switzerland*, 2019). Plus à l'est, le glacier Pasterze - plus grand glacier autrichien - a perdu 2,20 km de longueur entre 1850 et 2015 (Lieb & Kellerer-Pirklbauer, 2018). La réduction de l'épaisseur des glaciers alpins est une autre conséquence visible de l'augmentation des températures. Par exemple, entre 1986 et 2021, la Mer de Glace au niveau du site du Montenvers a perdu 147 m d'épaisseur (données *Glacioclim*). Bien que plus limitée, la perte d'épaisseur est également sensible plus haut en altitude avec, par exemple, une diminution de 5 à 10 m d'épaisseur pour le glacier de Talèfre (haut bassin de la Mer de Glace) entre 1979 et 2003 (Berthier, 2005). Peu d'études s'y sont intéressées, mais il est possible, à plus haute altitude encore, que la diminution de l'épaisseur soit, pour l'instant, relativement limitée avec une réduction d'environ 2,6 m au Dôme du Goûter (4250 m) entre 1993 et 2017 (Vincent *et al.*, 2020).

*Figure 11. Évolution des glaciers du Rhône (à gauche ; Suisse) et du Pasterze (à droite ; Autriche) à différentes dates. Source des photos : à gauche, swissglaciers.org ; à droite, Parc National du Höhe Tauern (1968, 2000) et Salim (2020).*

Le bilan de masse des glaciers, c'est-à-dire le rapport entre la masse gagnée (en équivalent eau) et perdue (en équivalemment eau également), est un autre paramètre indiquant l'état de santé des glaciers. Entre 2000 et 2014, les glaciers alpins ont en moyenne perdu approximativement 1,3 Gt chaque année (Sommer *et al.*, 2020). En conséquence, les volumes de glaces dans les Alpes se réduisent ; la perte de masse a été trois fois plus rapide pour la décennie 2000 que pendant les années 1980 (Zemp *et al.*, 2015). La relation entre augmentation des températures et retrait des glaciers a été étudiée et montre que le délai de réponse des glaciers alpins est de l'ordre de 50 ans, plus ou moins 28 ans suivant les cas (Zekollari *et al.*, 2020). Le volume total des glaciers dans les Alpes est passé de 120 $km^3$ en 1990 à environ 80-90 $km^3$ en 2020 (Haeberli & Beniston, 2021).

Il résulte de ces différents changements une réduction généralisée des surfaces englacées. Dans les Alpes occidentales, ces surfaces ont diminué de 30 à 40 % entre 1850 et 2010 (Fischer *et al.*, 2014). Le phénomène est en cours à pour différentes tranches altitudinales : sur le versant français du massif du Mont-Blanc, entre 1960 et 2008, les surfaces englacées ont diminué de 16 % entre 2200 et 2600 m, de 11 % entre 2600 et 3000 m, de 6 % entre 3000 et 3500 m et de 3 % entre 3500 et 4000 m (Deline *et al.*, 2012). Si la réduction des surfaces englacées est généralisée dans les Alpes, quelques distinctions peuvent être faites en fonction des massifs (Figure 12 ; Sommer *et al.*, 2020). Gardent (2014) montrait d'ailleurs que la réduction des surfaces englacées est plus importante dans les Alpes françaises du sud que du nord avec 60 % de réduction entre 1850 et 2006-2009 pour les premières et 23 % durant la même période pour le massif du Mont-Blanc. Ainsi, les glaciers touristiques des Alpes françaises du sud (notamment dans le massif des Écrins) devraient être plus impactés que ceux des Alpes du Nord.

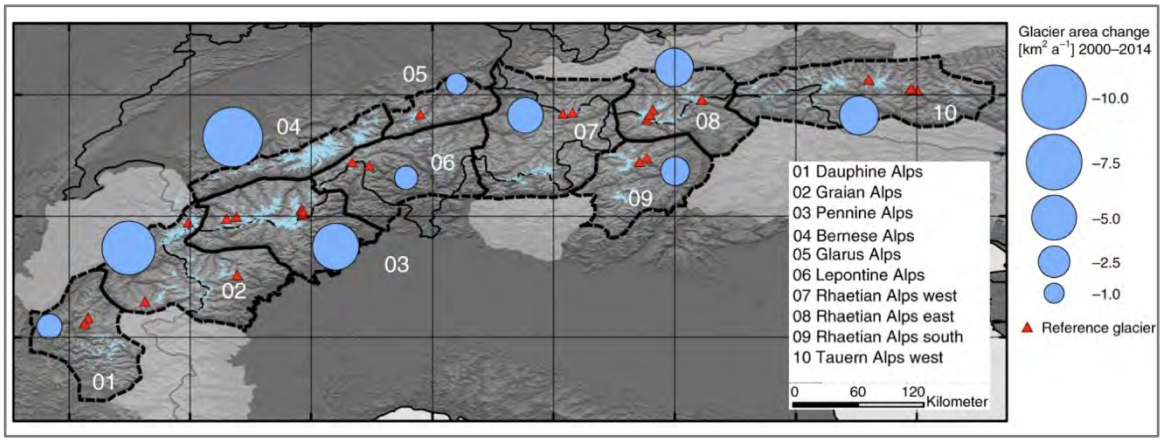



*Figure 12. Évolution des surfaces englacées entre 2000 et 2014 dans différents massifs alpins (Sommer et al., 2020, modifié).*

La perte de glace entraîne également une réduction de la vitesse d'écoulement des glaciers. Entre 1980 et 2015, la vitesse moyenne d'écoulement de la langue terminale de la Mer de Glace a ralenti d'environ 55 m.a$^{-1}$, passant de 75 m.a$^{-1}$ à environ 20 m.a$^{-1}$ (Peyaud *et al.*, 2020). Au niveau du Montenvers, les mesures réalisées dans le cadre du projet Glacioclim (Vincent *et al.*, 2007) montrent une baisse de vitesse d'écoulement de la glace de 49 m.a$^{-1}$ en 2000 à 11 m.a$^{-1}$ en 2019. Le constat est similaire au glacier du Pasterze où la vitesse d'écoulement de la langue du glacier a ralenti d'environ 10 m.a$^{-1}$ entre 1999 et 2011 (Kellerer-Pirklbauer & Kulmer, 2019).

L'impact fort n'est pas limité qu'aux grands appareils glaciaires ; les couvertures glacio-nivales des faces nord, présentes à des altitudes supérieures à 3300 m dans le massif du Mont-Blanc sont également fortement impactées (Mourey, 2019). L'étude de six couvertures glacio-nivales dans le massif du Mont-Blanc a montré que celles-ci ont beaucoup perdu en surface depuis la fin du PAG et l'une a même complètement disparu (Guillet & Ravanel, 2020). Les glaciers

suspendus, c'est-à-dire constitués de glace froide permettant au glacier de « coller » au rocher voient également leurs dynamiques modifiées en réponse au changement climatique. La montée en température de la glace vers son point de fusion vient réduire l'adhérence de la glace au substratum rocheux, ce qui peut conduire à une déstabilisation de tout ou partie du glacier (Faillettaz *et al.*, 2015).

### *La période « paraglaciaire » alpine associée au retrait glaciaire contemporain*

Le retrait glaciaire induit le désenglacement de versants préalablement comprimés par les glaciers. Ces versants sont dès lors soumis à l'érosion et à différents phénomènes regroupés sous le concept de « paraglaciaire » et définis comme des processus non glaciaires, mais directement contrôlés par le retrait d'un glacier (Ballantyne, 2002). On parle de « séquence paraglaciaire » pour désigner la période temporelle pendant laquelle les versants s'ajustent au passage d'un environnement englacé à un environnement désenglacé. Cela se traduit par l'épuisement ou la stabilisation des stocks de sédiments glaciaires (Mercier, 2010). Le retrait glaciaire depuis la fin du PAG peut à ce titre être considéré comme à l'origine d'une nouvelle séquence paraglaciaire toujours en cours et pour laquelle l'accélération de la fonte depuis les années 1990 en a intensifié les processus.

Un des processus responsables de grands mouvements paraglaciaires est le phénomène de décompression *post*-glaciaire. Il dépend des forces qu'a exercé le glacier sur les versants (Mercier, 2010). Ces forces de décompressions produisent l'ouverture de fractures subparallèles à la surface topographique (Ballantyne, 2002) qui peuvent entraîner des écroulements rocheux (volumes rocheux mobilisés supérieurs à 100 $m^3$) voire des déformations gravitaires profondes de versant (DGPV). C'est notamment le cas près du glacier d'Aletsch (Suisse) où la disparition de près de 400 m d'épaisseur de glace depuis 1850 a conduit à la déstabilisation d'une zone d'environ 1 $km^2$ en mouvement depuis les années 1970 (Glueer *et al.*, 2020), endommageant les infrastructures présentes telles que les sentiers de randonnée et les remontées mécaniques. Duvillard *et al.* (2018) ont montré un phénomène similaire, consécutif du retrait du glacier de la Pilatte (massif des Écrins, France), entraînant la mise en mouvement d'un compartiment rocheux de l'ordre de 400 000 $m^3$, endommageant le refuge de la Pilatte. Cette dynamique s'est amplifiée au cours du printemps 2021.

Outre le phénomène de décompression des parois rocheuses, le retrait glaciaire entraîne également une déstabilisation des moraines (Ravanel *et al.*, 2018). La disparition des glaciers entraîne en effet une suppression de leur effet de butée, ce qui a pour conséquence de déstabiliser les moraines, souvent du bas vers le haut (érosion régressive). Cette érosion se traduit par différents processus comme le ruissellement, la gélifraction, la déflation éolienne ou les

avalanches. Dans certains cas, les moraines peuvent également être affectées par des glissements de terrain comme dans le cas de la moraine des Gentianes (Suisse ; Ravanel *et al.*, 2018). Bien au-delà de l'altitude des moraines, le changement climatique cause d'importants écroulements dans les cirques en cours de désenglacement sans qu'ils soient directement causés par la décompression (Hartmeyer *et al.*, 2020).

### *La dégradation du permafrost*

Le permafrost désigne l'ensemble des terrains dont la température reste négative pendant au minimum deux années consécutives. Il caractérise 17 à 19 % des terres émergées (Gruber, 2012). Outre le permafrost arctique qui représente 76 % des terrains de ce type, on parle de « permafrost de montagne » pour désigner celui des hautes altitudes. Plus spécifiquement, le « permafrost de paroi » désigne les parois rocheuses d'un angle minimal de 37 ° gelées en permanence (Gruber & Haeberli, 2007). Dans les Alpes, le permafrost de paroi est présent en continu à partir de 3300 m d'altitude environ (Ravanel, 2010) et même dès 1900 m sur le versant nord du massif du Mont-Blanc et dans des conditions spécifiques et favorables (Magnin *et al.*, 2015).

D'une manière générale, l'ensemble des zones affectées par le permafrost se réchauffent à travers le monde (Biskaborn *et al.*, 2019; Etzelmüller *et al.*, 2020). Par exemple, au cours des deux dernières décennies et pour trois sommets du massif du Mont-Blanc (Aiguille du Midi, 3842 m ; Grand Montets, 3296 m ; Grand Pilier d'Angle, 4243 m), le permafrost a disparu des versants sud jusqu'à 3300 m et le permafrost chaud (dont la température est supérieure à -2 °C) s'est étendu de 3300 à 3850 m d'altitude à la fois en face nord et sud (Magnin *et al.*, 2017). Dans les Alpes autrichiennes, les observations confirment ce réchauffement (Kellerer-Pirklbauer, 2019).

Cette dégradation (réchauffement) du permafrost entraîne l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de différents processus géomorphologiques : écroulements rocheux, coulées de débris, glissements de terrain, affaissements, fluage, subsidence ou encore solifluxion (Harris *et al.*, 2001). Cette évolution est marquée dans les espaces de haute montagne (Ravanel & Deline, 2011; Gallach *et al.*, 2018). Le cas de l'augmentation de la fréquence des écroulements en haute montagne est particulièrement bien documenté (Einhorn & Gérard, 2017) : lors de deux périodes caniculaires, 153 (2003) et 160 (2015) écroulements ont été recensés dans le massif du Mont-Blanc dont les volumes cumulés ont atteint respectivement 300 000 et 170 000 $m^3$ de matériaux (Ravanel *et al.*, 2017a). Gallach *et al.* (2020) confirment pour le massif du Mont-Blanc que les fluctuations climatiques entraînent des changements en termes de fréquence d'occurrence d'évènements gravitaires rocheux. L'augmentation de la fréquence des écroulements rocheux de grande ampleur, comme dans le cas de la disparition du pilier Bonatti aux Drus en juin 2005 (Ravanel & Deline, 2008), induit également de nouveaux risques, notamment lorsqu'ils se

combinent à la présence de nouveaux lacs proglaciaires (Haeberli *et al.*, 2017). En outre, la dégradation du permafrost et l'augmentation de la fréquence d'occurrence des aléas gravitaires rocheux entrainent une augmentation des risques pour les professionnels tels que les guides de haute montagne qui évoluent dans ces espaces (Mourey *et al.*, 2019a; Salim *et al.*, 2019). Le réchauffement du permafrost est également un problème pour les infrastructures construites sur ce type de terrain (Duvillard *et al.*, 2015). À ce titre, Duvillard *et al.* (2019) ont montré que 947 éléments d'infrastructures dans les Alpes françaises sont situés en contexte probable de permafrost ; certaines d'entre elles peuvent relever du tourisme glaciaire (voir Marcer *et al.*, 2017 ; Figure 13).

Le changement climatique induit donc des évolutions majeures des espaces de haute montagne. Les sites touristiques glaciaires étant situés dans ces espaces, ils constituent des lieux à forts enjeux, car potentiellement lourdement impactés par ces évolutions glacio-géomorphologiques. Outre les évolutions passées des espaces de haute montagne, il convient maintenant de s'intéresser aux évolutions futures et aux projections que la science a d'ores et déjà proposé. Ces éléments sont cruciaux pour saisir les conséquences qu'elles pourraient avoir sur le tourisme glaciaire.

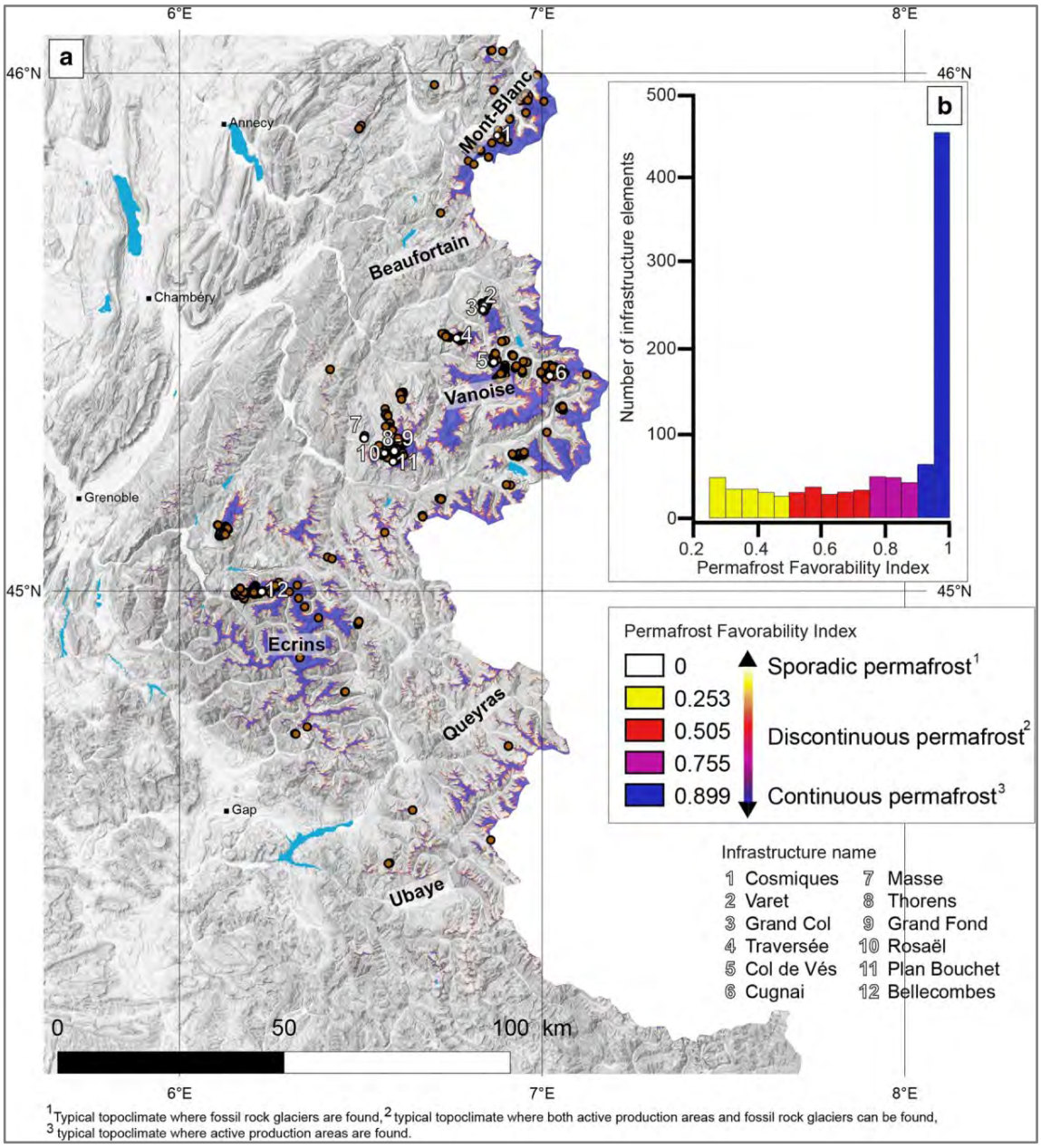



*Figure 13. Localisation des infrastructures inventoriées en contexte de permafrost couplée à un index de favorabilité du permafrost (Marcer et al., 2017). a : Localisation des infrastructures ; 12 d'entre elles sont endommagées et précisément placées. b : Nombre d'infrastructures par rapport à l'index de présence de permafrost (Duvillard et al., 2019).*

### *2.3 – Projections climatiques et modélisation des conséquences du réchauffement sur la cryosphère*

Pour évaluer l'incidence des forçages anthropiques sur le climat futur, le Groupement Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC ou IPCC en anglais) a défini différents scénarios appelés « *Socio-economic Pathway* » (SSP) qui varient en fonction de l'évolution des émissions anthropiques de gaz à effets de serre (GES). Il existe 5 scénarios dont deux correspondent à de faibles émissions : le SSP1-1.9 et SSP1-2.6 qui correspondent à des scénarios

dans lesquels les émissions mondiales atteignent la neutralité aux alentours de 2050 avec un apport variable de capture de carbone. Le SSP-2-4.5 correspond à un scénario intermédiaire où les émissions décroissent à partir de 2050 ; et les scénarii SSP3-7.0 et SSP5-8.5 dans lesquels les émissions de GES continuent de croître jusqu'en 2100 (IPCC, 2021). Ces scénarii remplacent les « *Representation Concentration Pathway* » (RCP) utilisés dans le rapport précédent (IPCC, 2014). Ces derniers sont quelques fois utilisés dans ce manuscrit pour présenter des modélisations antérieures à la publication du sixième rapport du GIEC. Dans les deux types de scénarios, l'échelle correspondant aux forçages radiatifs reste la même de sorte qu'il est possible de faire correspondre les deux types de scénarios (exemple : RCP 8.5 et SSP5-8.5 équivalent à un forçage radiatif de 8,5 $W.m^2$).

D'une manière globale et d'après le sixième rapport (IPCC, 2021), le réchauffement des températures moyennes à la surface du globe en 2100 pourrait, pour la moyenne 2081-2100, être compris entre +1,0 °C et +1,8 °C pour le SSP1-1.9 et entre +3,3 °C et +5,7 °C pour le SSP5-8.5, par rapport à la moyenne 1850-1900 (Figure 14).

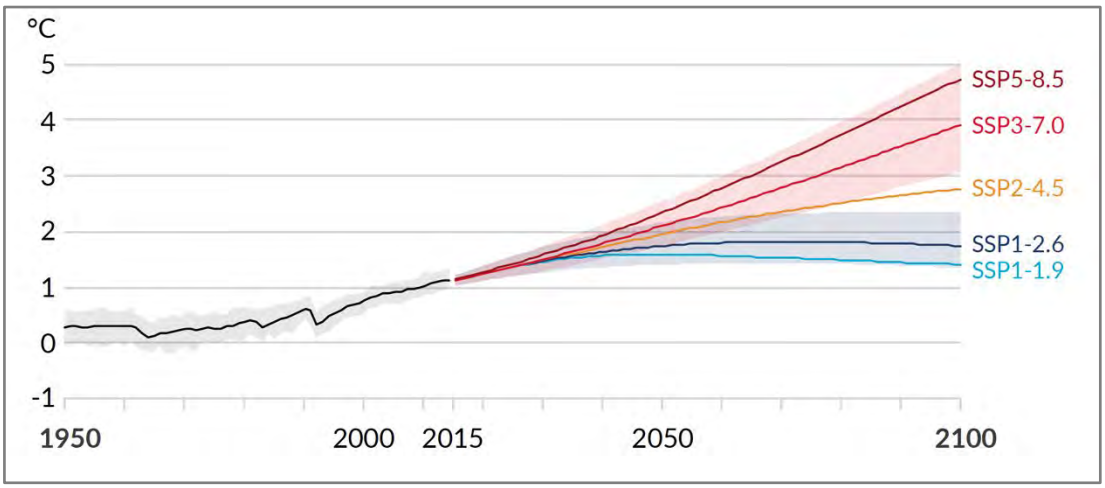



*Figure 14. Évolution de la température moyenne à la surface du globe d'ici 2100 en fonction des différents scénarii d'émission de GES (IPCC, 2021).*

### *Évolution des glaciers en fonction des différents scénarios climatiques*

Récemment, Bosson *et al.* (2019) ont inventorié l'ensemble des 19 000 glaciers présents dans 46 sites inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. La modélisation de leur évolution jusqu'à 2100 montre que 33 à 60 % du volume de glace total présent dans ces sites en 2017 aura disparu à la fin du siècle. Sur les 42 sites étudiés, entre 8 et 21 devraient être totalement désenglacés à la fin de ce siècle selon le scénario utilisé. Pour les cinq sites présents en Europe centrale, entre 60 et 99 % des volumes de glace devraient disparaitre d'ici 2100 (Figure 15). Dans les Dolomites, le modèle prédit même une disparition des glaciers à l'horizon 2050.

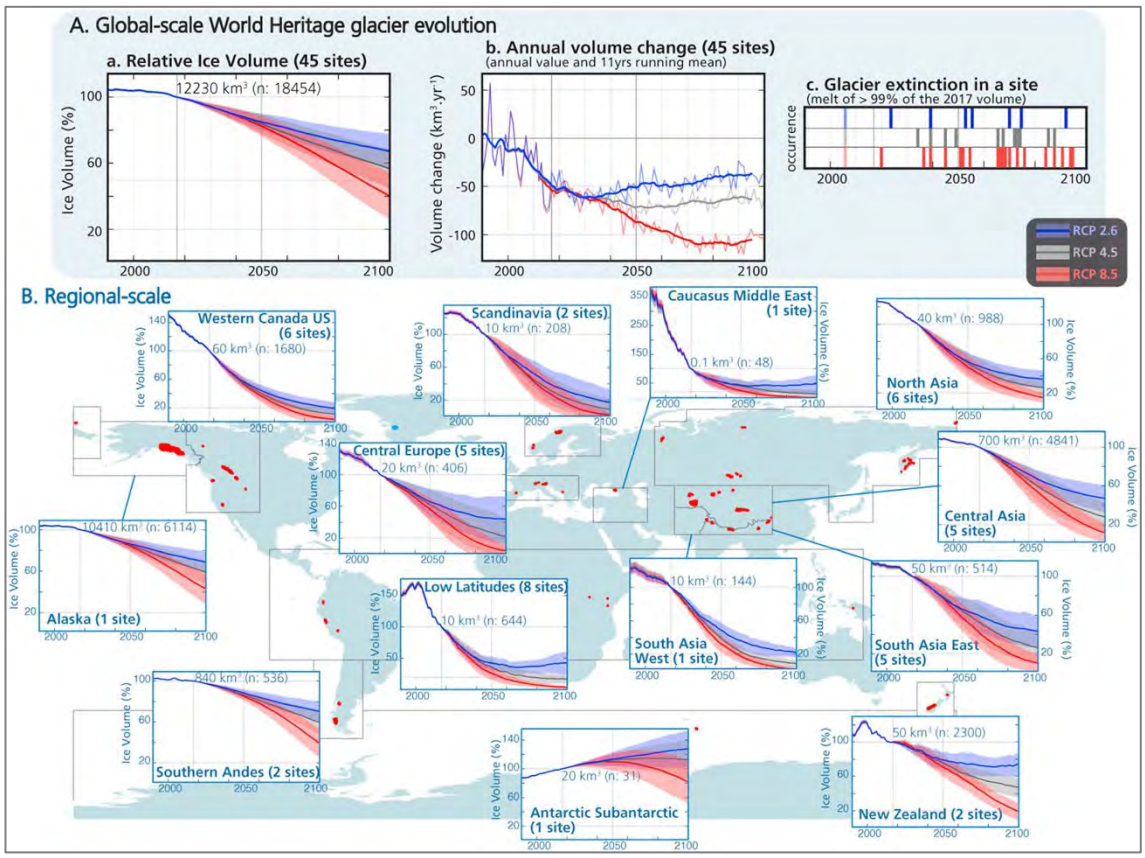



*Figure 15. Évolution des glaciers présents dans les sites inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO en fonction de différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre (Bosson et al., 2019). a. Échelle globale. B. Échelle régionale.*

Outre les modélisations à l'échelle globale, de nombreuses études se sont intéressées à l'évolution des glaciers à des échelles régionales voir locales. Pour le glacier d'Argentière (massif du Mont-Blanc, France), les modélisations estiment que son front aura reculé de 5 km d'ici 2100 dans le RCP 2.6, et de presque 7 km avec le RCP 8.5 (Vincent *et al.*, 2019). Les tendances sont similaires pour le glacier d'Aletsch (Valais, Suisse) avec une réduction de volume de l'ordre de 38 % en 2100 par rapport à 2000 dans le RCP 2.6 et de presque 100 % dans le cas du RCP 8.5 (Jouvet & Huss, 2019). Le constat est le même pour les glaciers canadiens (Clarke *et al.*, 2015), néo-zélandais ou encore népalais (Bosson *et al.*, 2019).

Au-delà de la contribution importante de la fonte des glaciers (principalement polaires) à l'augmentation du niveau des océans (Zemp *et al.*, 2020), à leur importance cruciale dans l'approvisionnement en eau de régions toutes entières (Akhtar *et al.*, 2008; Kaenzig *et al.*, 2016; Haeberli & Whiteman, 2021) pour la production hydroélectrique (Sternberg, 2010; Schaefli *et al.*, 2019), leurs retraits menacent d'intensifier les dynamiques paraglaciaires en cours. De plus, le retrait glaciaire laisse place à des lacs proglaciaires de tailles variées. Dans les Alpes françaises, 59 surcreusements glaciaires ont été modélisés avec un degré élevé de confiance (Cathala *et al.*, 2021). Ces nouveaux lacs peuvent être vecteurs de nouveaux risques, notamment en cas

d'avalanches de glace ou d'écroulements rocheux depuis l'amont de ces retenues (Haeberli *et al.*, 2017). Il s'agit d'un risque d'autant plus élevé que le réchauffement du permafrost pourrait accentuer le volume et la fréquence d'occurrence des déstabilisations rocheuses.

### *Modélisation de l'évolution du permafrost en fonction de différents scénarii d'émission de GES*

Les modélisations réalisées sur trois sommets du massif du Mont-Blanc (*cf.* : Magnin *et al.*, 2017) suggèrent que le permafrost froid devrait avoir totalement disparu des Grands Montets d'ici 2100. Pour les autres sommets, des différences existent entre les RCP 4.5 et 8.5. À l'aiguille du Midi, un permafrost froid subsisterait à 10 m de profondeur en face NW en 2100 selon le RCP 4.5. Le RCP 8.5 correspondrait quant à lui à la disparition du permafrost froid, mais au maintien d'un permafrost tempéré sous 3750 m d'altitude quand il subsisterait aux alentours des 3850 m avec le RCP 4.5. Dans les deux cas, le permafrost de surface disparaîtrait complètement. Au Grand Pilier d'Angle (4305 m), les projections suggèrent qu'en 2050 le permafrost se sera réchauffé d'environ 1 °C par rapport à 2020 à 35 m de profondeur.

Les surfaces affectées par le permafrost devraient se réduire drastiquement ailleurs dans les Alpes (Marmy *et al.*, 2016), mais également ailleurs dans le monde comme en Asie (Zhao *et al.*, 2019; Barandun *et al.*, 2020), en Amérique du Sud (Rangecroft *et al.*, 2016), ou dans d'autres régions du monde (Peng *et al.*, 2018).

## ***Conclusions du Chapitre 2***

Le changement climatique induit une évolution physique rapide des milieux de haute montagne avec des impacts nombreux et forts sur ses composantes glacio-géomorphologiques. La dégradation généralisée de la cryosphère et le contexte paraglaciaire associé peuvent impacter les sociétés humaines, dont certaines pratiques et infrastructures touristiques. Ainsi, la combinaison dans les Alpes d'un développement historique du tourisme glaciaire et d'une fonte généralisée de la cryosphère pose la question de son évolution actuelle et de la manière dont ces activités touristiques sont impactées par le changement climatique.

# Chapitre 3 – Le tourisme glaciaire en contexte de changement climatique : problématiques, questions de recherche et cadrage épistémologique

Le tourisme glaciaire est une niche touristique potentiellement fortement impactée par le changement climatique. L'objectif du travail doctoral est donc de comprendre ces impacts et la manière dont les parties-prenantes s'y adaptent. Cette partie vise à expliciter la manière dont cette recherche a été conduite. Dans la première section de ce chapitre, il s'agira de définir ce que l'on entend par « tourisme glaciaire » notamment dans sa déclinaison à l'échelle des sites alpins. Les résultats issus d'un inventaire des sites touristiques glaciaires alpins seront ici présentés et serviront de base à la sélection de sites d'étude spécifiques. Les différentes questions de recherche qui ont guidé ce travail seront ensuite présentées dans la seconde section du chapitre ainsi que le cadrage géographique de la recherche et les choix faits en termes de pratiques et de saisonnalités. Enfin, la troisième section présentera le positionnement épistémologique général de cette recherche, les différents cadres conceptuels et les méthodologies mobilisés.

## *3.1 – Le « tourisme glaciaire » dans notre travail de recherche*

Le premier chapitre de ce manuscrit a montré en quoi les glaciers ont été des attracteurs touristiques importants lors du développement du tourisme en montagne et comment de nombreuses infrastructures s'y sont peu à peu développées pour en faciliter l'accès. Compte tenu de l'importance économique des sites touristiques glaciaires pour les territoires sur lesquels ils sont implantés, et face au retrait glaciaire qui menace leur existence même, cette recherche s'intéresse en premier lieu aux conséquences du retrait glaciaire sur les sites touristiques glaciaires alpins. Cependant, avant même de pouvoir présenter les questionnements et les hypothèses qui seront développées et travaillées dans cette recherche, il convient de définir ce que représente le « tourisme glaciaire » et ses sites dans les Alpes.

L'objet de cette première section est donc de présenter les résultats d'un travail d'inventaire dont l'objectif fut de recenser puis de caractériser les sites touristiques glaciaires, les pratiques et les formes de valorisation qui y sont attachées au sein de l'Arc alpin. Ce travail d'inventaire a fait l'objet d'une publication dans la *Revue de Géographie Alpine* (Salim *et al.*, 2021a) disponible en Annexe A1. Cette section synthétise la démarche et les résultats. Le lecteur qui souhaitera aller plus loin, notamment sur les développements conceptuels autour du post- et de l'hyper-tourisme (Bourdeau, 2018; Corneloup, 2011), pourra se référer à l'article.

*Méthodologie d'inventaire*

Pour identifier les sites touristiques glaciaires alpins, une méthodologie *ad hoc* a été développée. En premier lieu, les sites ont été identifiés à l'aide de cartes topographiques, de photographies aériennes et de l'inventaire GLIMS (Raup *et al.*, 2007) qui recense l'ensemble des glaciers alpins. Chaque glacier a fait l'objet d'une recherche principalement visuelle sur les éléments précités afin d'observer/identifier les potentielles infrastructures touristiques. Parallèlement, une recherche internet a été menée pour chaque glacier, incluant le nom du glacier ainsi que le terme « tourisme » en Français, Anglais, Allemand, Slovène et Italien. Cette première phase d'inventaire a permis d'identifier 140 sites répartis entre France, Italie, Suisse, Autriche, Allemagne et Slovénie.

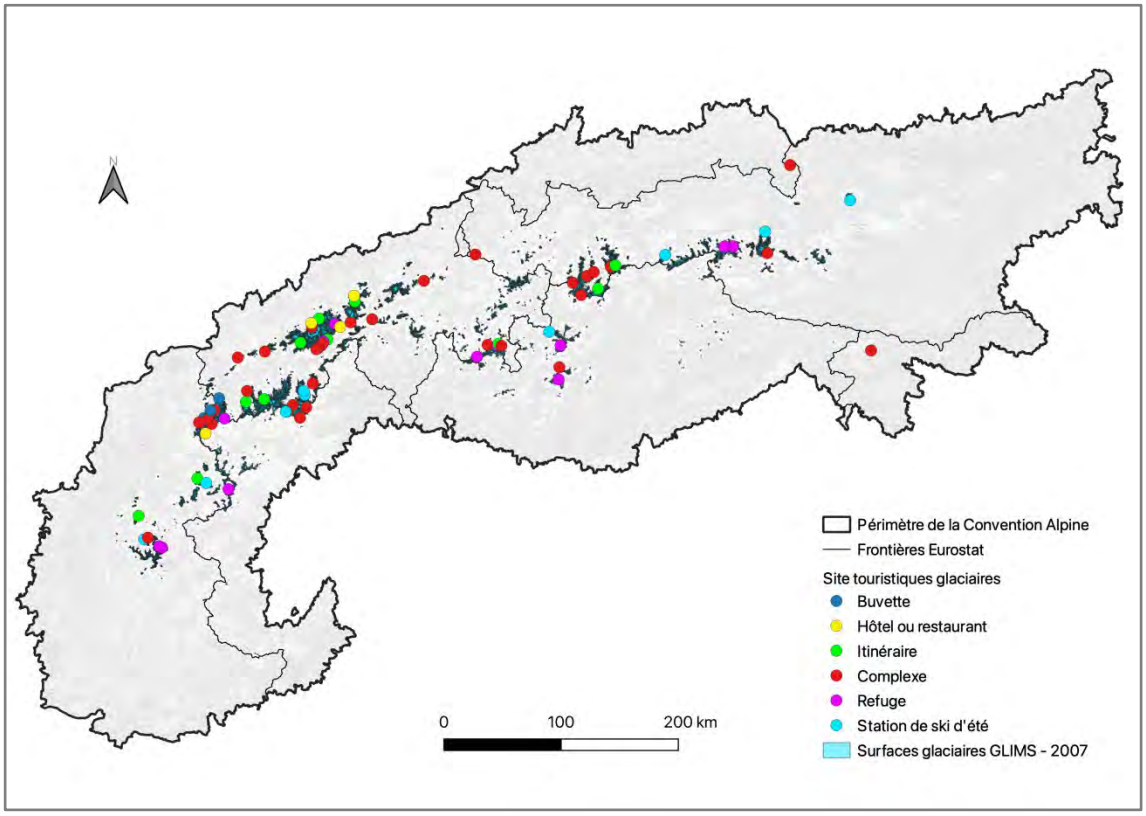



*Figure 16. Les 73 sites touristiques glaciaires identifiés et classés en six catégories (Salim et al., 2021a).*

Cependant, cette première étape invisibilise les plus petits sites qui ne possèdent pas ou peu d'infrastructures. De plus, différentes structures pouvaient donner lieu à l'identification de plusieurs sites alors qu'elles relevaient en réalité d'un ensemble unique. Enfin, de nombreux refuges inclus dans l'inventaire étaient principalement destinés à la pratique de l'alpinisme - qui n'est pas pris en compte ici. Un approfondissement de l'offre de chacun des sites a donc été réalisé à l'aide des sites internet et des éléments promotionnels de chacun d'entre eux. Cette étape de regroupement et d'exclusion des refuges uniquement destinés à la pratique de l'alpinisme a

permis de passer de 140 à 73 sites touristiques glaciaires ainsi inclus dans l'inventaire. Six catégories ont alors été retenues : i) les buvettes, ii) les hôtels-restaurants, iii) les itinéraires d'interprétation, iv) les refuges de montagne, v) les stations de ski d'été sur glacier, et vi) les sites « complexes », une catégorie qui regroupe les « grands » sites touristiques glaciaires pour lesquels aucune fonction principale ne se détache véritablement (Figure 16).

*Les pratiques touristiques dans les sites glaciaires alpins*

À la suite de l'identification des sites touristiques glaciaires alpins, 20 d'entre eux ont été sélectionnés pour leur représentativité en fonction de leur type et de leur niveau d'équipement. Ces 20 sites ont ensuite fait l'objet d'une analyse qualitative de leurs éléments promotionnels ainsi que de périodes d'observation sur le terrain afin d'identifier les pratiques et les formes de valorisation développées sur chacun d'entre eux.

Cinq pratiques ont pu être identifiées. La première, et de loin la plus présente puisqu'elle concerne l'ensemble des sites, est relative à la notion de contemplation du paysage. Elle se base sur le caractère "unique" des paysages présents et peut se déployer sous la forme de randonnée (accompagnée ou non), de l'aménagement de nombreux points de vue, de la construction de buvettes ou de restaurants et hôtels dont les éléments promotionnels mettent l'accent sur le caractère « unique » des paysages, ou encore *via* des infrastructures qui permettent de coupler haute altitude et paysage (*e.g.,* l'Aiguille du Midi en France). La deuxième pratique concerne la visite de grottes de glace, nombreuses dans les Alpes. Nombre d'entre elles s'apparentent à des salles d'expositions où sont présentées (entre autres) d'éphémères sculptures de glace. Elles peuvent également devenir des espaces de médiation scientifique ou de fête avec la privatisation de certaines d'entre elles pour des apéritifs par exemple. La troisième pratique correspond à la médiation scientifique et environnementale avec notamment la présence de nombreux centres d'interprétation glaciaire, de randonnées encadrées et thématisées autour des glaciers, de sentiers d'interprétations ou encore de conférences en plein air autour de questions environnementales. La quatrième pratique observée se place quant à elle sous le signe du fun et du ludique. Elle s'illustre par la présence de tyroliennes géantes, de pistes de luges ou encore de cinémas construits à plus de 3 000 m d'altitude. Enfin, la cinquième pratique correspond à une pratique du luxe. Cela se traduit par exemple par l'installation de boutiques de luxe au sein de sites de haute altitude ou encore par des cabines *VIP* décorées de cristaux pour l'accès à certains sites, suisses notamment.

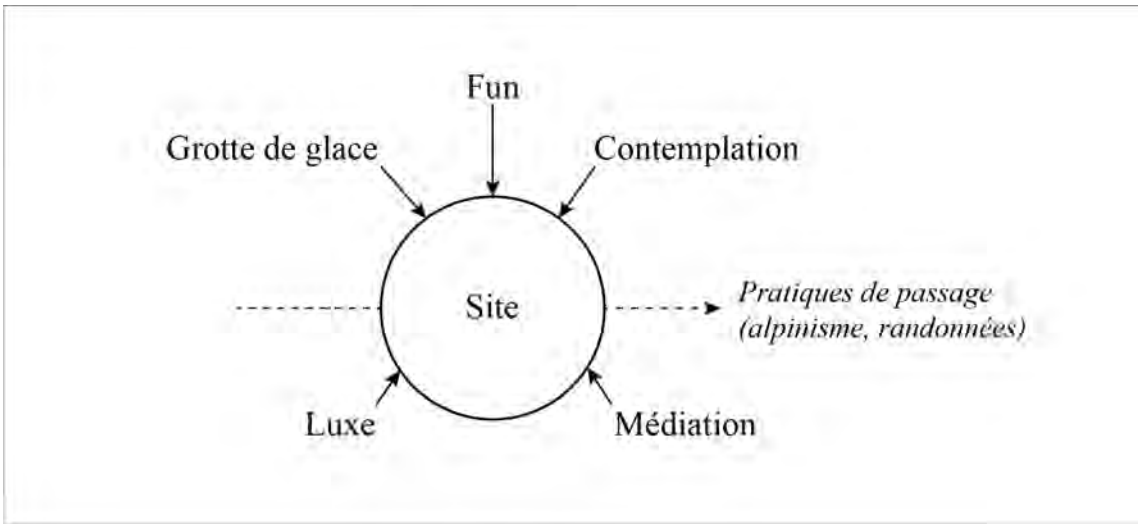



*Figure 17. Les 5 principales pratiques observées, dirigées vers, ou traversant le site touristique glaciaire.*

La Figure 17 récapitule les différentes pratiques observées. Évidemment, d'autres pratiques coexistent comme l'alpinisme qui utilise souvent les infrastructures des sites touristiques glaciaires comme le moyen d'accéder à l'espace de pratique qu'est la haute montagne. Les sites touristiques glaciaires sont donc des espaces de coprésence où se mêlent pratiques de passage et pratiques ayant le site comme finalité. Ce sont ces dernières qui retiennent notre attention ici. Ces pratiques sont souvent caractérisées par les modes de valorisations opérés par les opérateurs touristiques.

### *Les modes de valorisation des sites touristiques glaciaires alpins*

Pour développer l'attractivité des sites touristiques glaciaires alpins, les opérateurs s'appuient sur quatre formes principales de valorisation. La première est basée sur les éléments naturels et notamment le glacier qui constitue un paysage qualifié d'« unique ». Cette forme de valorisation s'appuie également sur des ressources naturelles telles que les sommets environnants, les formes du paysage ou encore la « vue » en tant que telle. Bien que se rapportant à l'idée de contemplation, cette forme de valorisation est visible sur l'ensemble des sites touristiques glaciaires alpins et semble constituer un « arrière-plan » commun à toute autre forme de valorisation. La seconde forme de valorisation se développe autour d'une approche liée à la médiation du paysage. Elle s'appuie sur le glacier lui-même, sur les formes proglaciaires et dynamiques paraglaciaires associées, sur le paysage alpin d'une manière générale, ou encore sur l'histoire du site. Elle se traduit notamment par le développement de nombreux centres d'interprétations glaciaires, de sentiers didactiques, ou encore de conférences en plein air. La troisième forme de valorisation s'appuie sur le développement d'une communication marketing basée sur une approche ludique et transgressive du glacier et du paysage alpin. Il est question d'« expérimenter » le glacier ou de

dévaler des pistes de luges ou de bouées gonflables avec « *fun* ». Enfin, la quatrième forme de valorisation s'articule autour d'un positionnement haut de gamme de grandes destinations alpines telles que Chamonix, Zermatt ou encore Grindelwald. Le marketing des sites entrant dans cette catégorie s'appuie sur les notions de luxe, d'expérience haut de gamme et de technologie.

Ces différentes formes de valorisation ne sont pas cloisonnées, mais coexistent souvent au sein des sites touristiques glaciaires alpins. De plus, elles peuvent être reliées à différents concepts comme le *post*- et *l'hyper*-tourisme (*cf. :* Corneloup, 2011; Bourdeau, 2018) qui traduisent les évolutions récentes des formes touristiques, notamment en contexte de nature. Si l'analyse du lien entre tourisme glaciaire et évolution des formes de tourisme n'est pas l'objet de cette section, ces réflexions sont développées dans l'article disponible en Annexe A1.

Dans le cadre des sites touristiques glaciaires alpins, l'analyse des différentes formes de valorisation touristique montre que les sites peuvent en développer plusieurs simultanément. L'Encadré 2, récapitule les associations de formes de valorisation visibles au sein des sites touristiques glaciaires alpins. La Figure 18 représente conceptuellement ces associations et reporte les catégories qui en émergent sur l'ensemble des 73 sites touristiques glaciaires alpins identifiés lors de la phase d'inventaire. Ces éléments permettent de définir le tourisme glaciaire dans les Alpes et les pratiques et formes de valorisation qui y ont cours. Ils permettent également de disposer d'une vision d'ensemble, utile pour effectuer les choix des terrains d'étude dans le but de répondre aux principales questions de recherche de ce travail doctoral.

Encadré 2 :

*« La Figure* [18a] *synthétise les liens entre les différentes formes de tourisme observées. Chaque superposition entre deux formes, lorsqu'elle est « observée » dans les sites étudiés, donne lieu à l'émergence d'une catégorie nouvelle. La Figure* [18.b] *présente les différentes combinaisons de chacune des quatre formes de valorisation. Ces combinaisons créent 6 nouvelles catégories touristiques : les* ***sites contemplatifs,*** *car uniquement tournés vers des éléments de l'environnement ; les* ***sites expérientiels*** *dont la valorisation est axée sur la contemplation, des expériences ludiques et haut de gamme ; les* ***sites interprétatifs*** *qui incluent une valorisation des éléments environnementaux à l'aide d'éléments d'interprétation ; les* ***sites premiums*** *qui ajoutent aux deux éléments précédents une valorisation centrée sur des propositions haut de gamme ;* ***les sites ludiques*** *qui valorisent les éléments de l'environnement, leur interprétation, et qui développent également des éléments liés au fun et au ludique ; enfin, les* ***sites distinctifs*** *qui incluent toutes les formes de valorisations observées. Ces derniers se positionnent également dans une catégorie haut de gamme et tentent de se démarquer. »*

(Salim, *et al.*, 2021a, p. 9 ; *cf.* : Annexe A1)

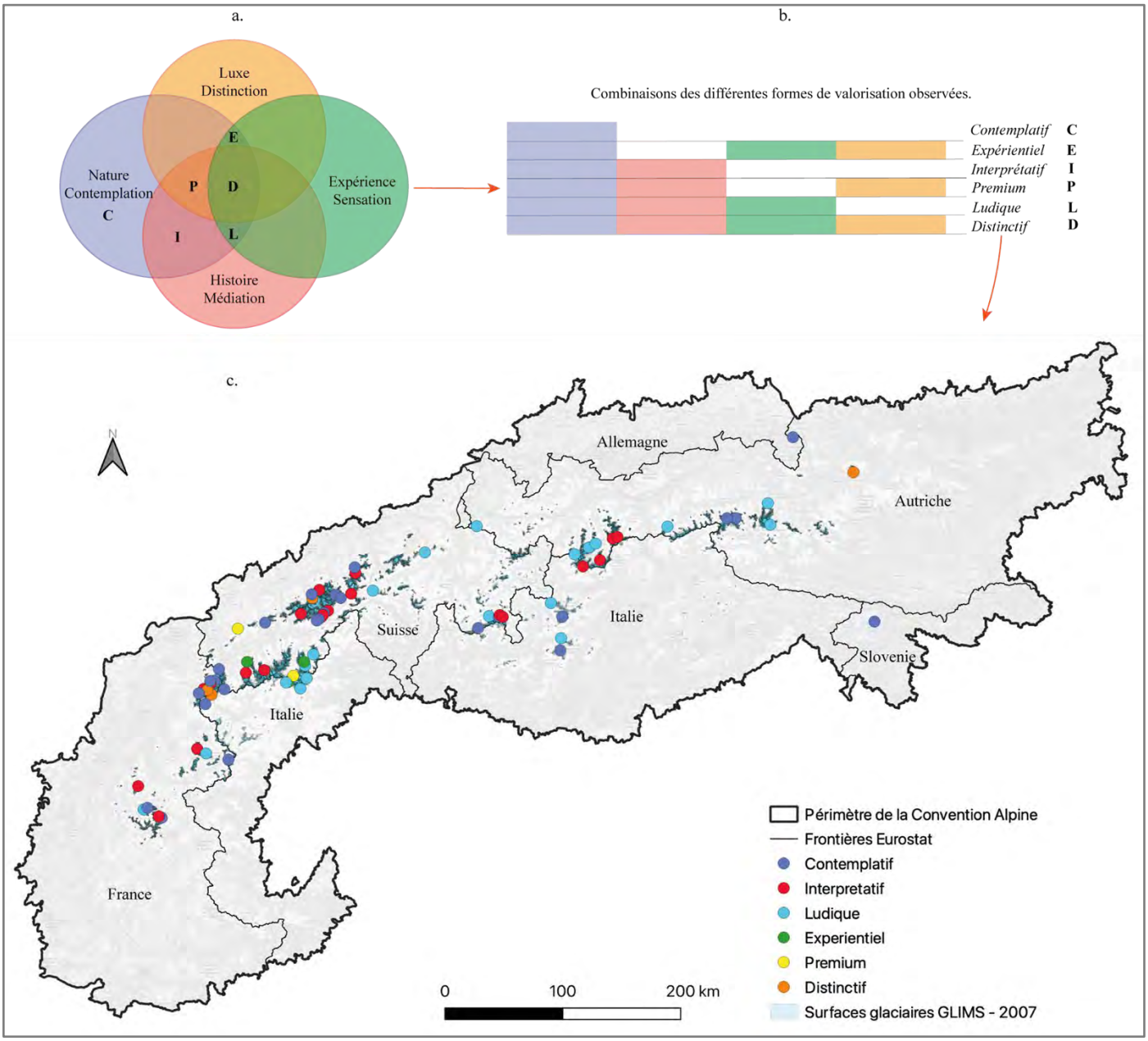



*Figure 18. Relations entre les différentes formes de valorisation des sites (Salim et al., 2021a, modifié). a. Schéma conceptuel ; b. combinaisons observées entre les différentes formes de valorisations touristiques et typologie résultantes ; c. carte des 73 sites touristiques glaciaires alpins selon la typologie proposée.*

### *3.2 – Axes, questions et hypothèses de recherche*

Au regard du contexte précédemment décrit, le présent travail de thèse s'articule autour de la question de recherche suivante : **quels sont les effets du changement climatique actuel sur le tourisme glaciaire alpin ?** Cette question de recherche générale (QG) induit de nombreuses directions possibles. Pour ce travail, trois axes de recherche - correspondant à trois questions intermédiaires - ont été développés (Figure 19).

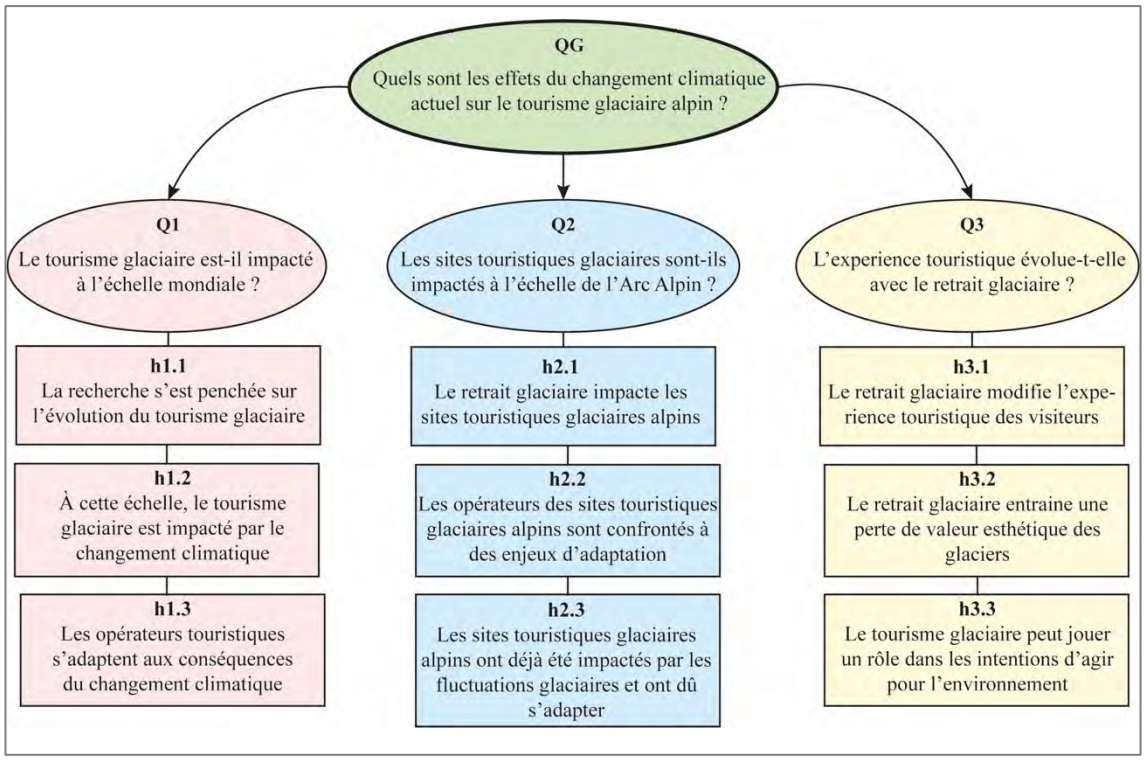



*Figure 19. Questions de recherche et principales hypothèses de travail.*

La première question (Q1) vise à connaitre la manière dont le changement climatique induit des difficultés et contraintes nouvelles pour le tourisme glaciaire à travers le monde. Dans le même temps, cette question vise à identifier et analyser les différents travaux de recherche menés autour du tourisme glaciaire ainsi que les différents concepts et problématiques y ayant attrait. De cette question découlent trois hypothèses générales de travail : (h1.1) la recherche s'est d'ores et déjà penchée sur la question de l'impact du changement climatique sur le tourisme glaciaire ; (h1.2) ce type de tourisme est impacté de manière effective par les évolutions de la cryosphère ; et (h1.3) les opérateurs touristiques s'adaptent aux conséquences du changement climatique sur leur activité. La deuxième question (Q2) spatialise la recherche sur l'Arc alpin et vise à comprendre la manière dont les sites touristiques glaciaires sont impactés par le changement climatique en se focalisant sur le périmètre de la Convention Alpine (Onida, 2010). Trois hypothèses générales

sont à la base de ce travail : (h2.1) le retrait glaciaire impacte les sites touristiques glaciaires alpins ; (h2.2) des stratégies d'adaptation sont mises en œuvre par les gestionnaires pour répondre à ces changements ; et (h2.3) les sites touristiques glaciaires alpins ont été impactés par les fluctuations glaciaires post-PAG et ont dû s'y adapter. La troisième question (Q3) se réfère à l'expérience touristique (Uriely, 2005) et à la manière dont le changement climatique peut en être un vecteur de modification. Cet axe est construit autour de trois hypothèses générales : (h3.1) le retrait glaciaire modifie l'expérience touristique des visiteurs des sites touristiques glaciaires ; (h3.2) le retrait glaciaire entraîne une perte de valeur esthétique des glaciers ; et (h3.3) le tourisme glaciaire peut être un outil favorisant la diffusion des problématiques et connaissances liées au changement climatique auprès du grand public et incitant au développement de comportement visant à protéger l'environnement.

En termes pratiques, ces différentes questions de recherche et hypothèses ont été traitées en trois temps, ponctués par les différents articles rédigés (Figure 20 ; Tableau 1). Ces questions ont été déclinées en deux axes : l'un s'intéressant au point de vue des gestionnaires ; l'autre au point de vue des visiteurs.

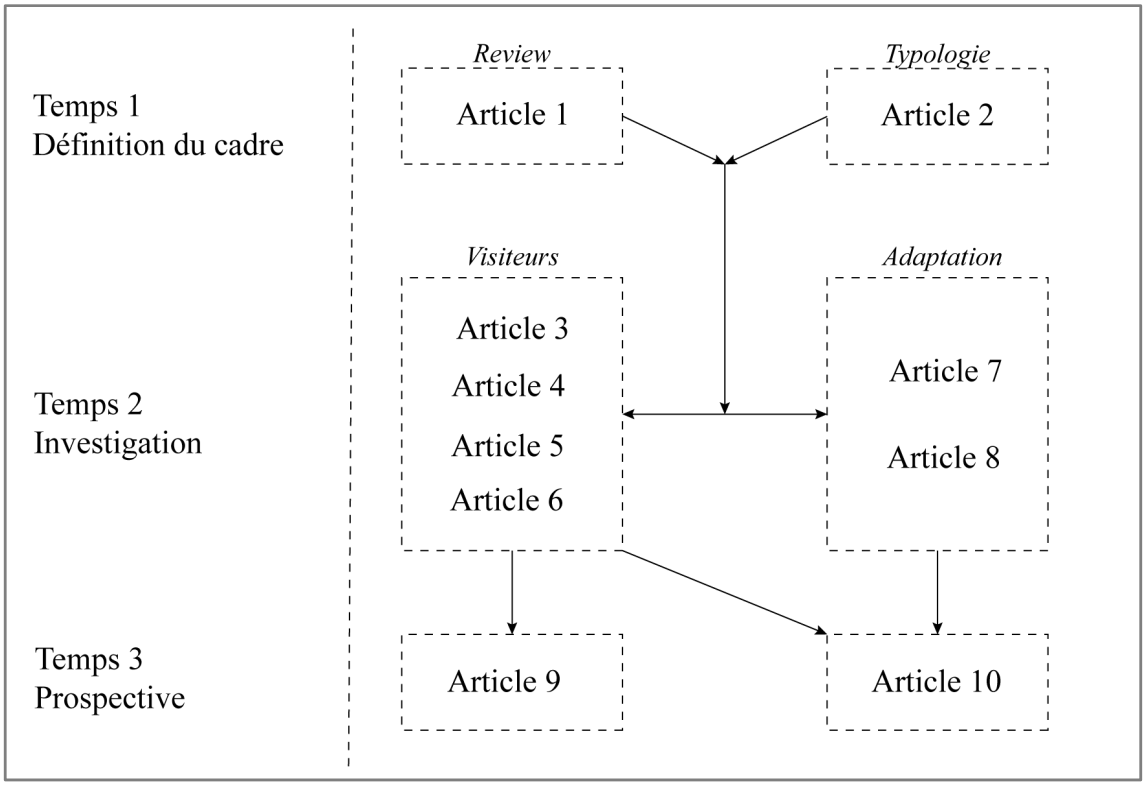



*Figure 20. Démarche de travail. Pour le détail du contenu des articles, se référer au Tableau 1 (p. 52).*

Le premier temps de travail a été consacré à la définition du sujet et à la réalisation d'un état de l'art concernant les travaux scientifiques menés sur le tourisme glaciaire. Ce travail de revue de littérature a donné lieu à l'**Article 1** dont les résultats seront présentés en Partie 2 de ce manuscrit.

Parallèlement, l'inventaire des sites touristiques glaciaires alpins, présenté dans cette section, a permis la rédaction de l'écriture **de l'Article 2.** Les travaux mis en œuvre lors ce premier temps ont conduit à la création de quatre enquêtes, deux concernant les questions d'adaptation au changement climatique et deux concernant l'expérience des visiteurs. Ces quatre enquêtes constituent le deuxième temps du travail doctoral.

Le deuxième temps est donc structuré autour de deux approches : l'une concernant l'expérience des visiteurs des sites touristiques glaciaires ; l'autre concernant le point de vue des parties-prenantes des sites. Concernant l'expérience des visiteurs, les deux enquêtes, quantitatives et qualitatives, qui seront détaillées en Partie 3 visaient à répondre à deux questions de recherche : (i) quelles sont les motivations des visiteurs des sites touristiques glaciaires alpins ; et (ii) le retrait glaciaire entraîne-t-il une dépréciation esthétique du paysage ? Les travaux ainsi menés ont abouti à la rédaction des **Articles 3, 4** et **5** pour ce qui est des motivations et à **l'Article 6** pour ce qui concerne la perception du paysage. En parallèle, deux autres questions de recherche ont été approfondies autour de la problématique de l'adaptation au changement climatique : (i) comment les sites touristiques glaciaires alpins sont-ils impactés et comment s'adaptent-ils au changement climatique, et (ii) comment les sites touristiques glaciaires alpins se sont-ils adaptés aux fluctuations glaciaires depuis la fin du PAG ? Ces deux questions ont donné lieu à la rédaction des **Articles 7** et **8**, respectivement. Elles seront présentées en Parties 2 de ce manuscrit.

Enfin, la troisième phase de ce travail a été construite à partir des résultats des phases 1 et 2. D'une part, les travaux menés autour de la perspective des visiteurs ont suggéré la question de la place des sites touristiques glaciaires pour favoriser les comportements pro-environnementaux. Une enquête a alors été construite pour répondre à cette question et a constitué l'objet de l'**Article 9**. D'autre part, les résultats du temps 2 ont permis de poser la question de la place des glaciers en tant que ressources géotouristiques ; cela fait l'objet de l'**Article 10**. Ces derniers travaux sont présentés en Partie 4 de ce manuscrit.

**Tableau 1**. Liste des articles rédigés et leurs statuts de publication au moment du dépôt du manuscrit.

| | Type | Contenu | Revue | Statut | Référence |
|---|---|---|---|---|---|
| **Article 1** *(Annexe A2)* | Revue internationale | Revue de la littérature scientifique concernant le tourisme glaciaire | *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* | Publié | (Salim *et al.*, 2021c) |
| **Article 2** *(Annexe A1)* | Revue internationale | Inventaire des sites touristiques glaciaires alpins | *Revue de Géographie Alpine* | Publié | (Salim *et al.*, 2021a) |
| **Article 3** *(Annexe A5)* | Revue internationale | Les motivations des visiteurs de la Mer de Glace | *Tourism Geographies* | Publié | (Salim & Ravanel, 2020) |
| **Article 4** *(Annexe A6)* | Chapitre d'ouvrage | Les motivations des visiteurs du glacier du Rhône | *Handbook of Niche Tourism* | Publié | (Salim, 2022) |
| **Article 5** *(Annexe A7)* | Revue internationale | Segmentation des visiteurs de 6 sites touristiques glaciaires alpins | *Journal of Sustainable Tourism* | Publié | (Salim *et al.*, 2022a) |
| **Article 6** *(Annexe A8)* | Revue internationale | Impact du retrait glaciaire sur la perception esthétique des paysages autour du Montenvers | *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* | Publié | (Salim *et al.*, 2021d) |
| **Article 7** *(Annexe A3)* | Revue internationale | Impacts des fluctuations glaciaires post-PAG et adaptation des opérateurs touristiques | *Journal of Mountain Science* | Publié | (Salim *et al.*, 2021b) |
| **Article 8** *(Annexe A4)* | Revue internationale | Adaptation du tourisme glaciaire dans les Alpes | *Regional Environmental Changes* | Publié | (Salim *et al.*, 2021e) |
| **Article 9** *(Annexe A10)* | Revue internationale | Les glaciers en tant qu'initiateurs de comportements pro-environnementaux | *Current Issues in Tourism* | Publié | (Salim *et al.*, 2022b) |
| **Article 10** *(Annexe A9)* | Revue internationale | Le tourisme glaciaire comme forme de géotourisme | *Revue Neuchâteloise de Géographie* | Publié | (Bussard *et al.*, 2022) |

*Cadrage géographique*

Comme vu *supra*, le tourisme glaciaire alpin regroupe de nombreuses pratiques et modes de valorisation touristique. Pour ce travail doctoral, il a fallu procéder à des choix en termes de sites d'étude. Tout d'abord, un premier choix a été fait quant à l'altitude des sites. L'objectif de ce travail étant de rendre compte de l'évolution des sites touristiques glaciaires alpins face au changement climatique. Les sites situés à une altitude modeste (aux alentours de 2000 m) ont été favorisés, car vraisemblablement les plus impactés par le retrait glaciaire. Ce choix exclut *de facto* certains sites « emblématiques » comme l'Aiguille du Midi (3842 m) en France, la Jungfraujoch (3463 m) ou encore le *Matterhorn Paradise* (3883 m) en Suisse. Ces derniers peuvent cependant constituer de précieux terrains d'étude pour de futures enquêtes.

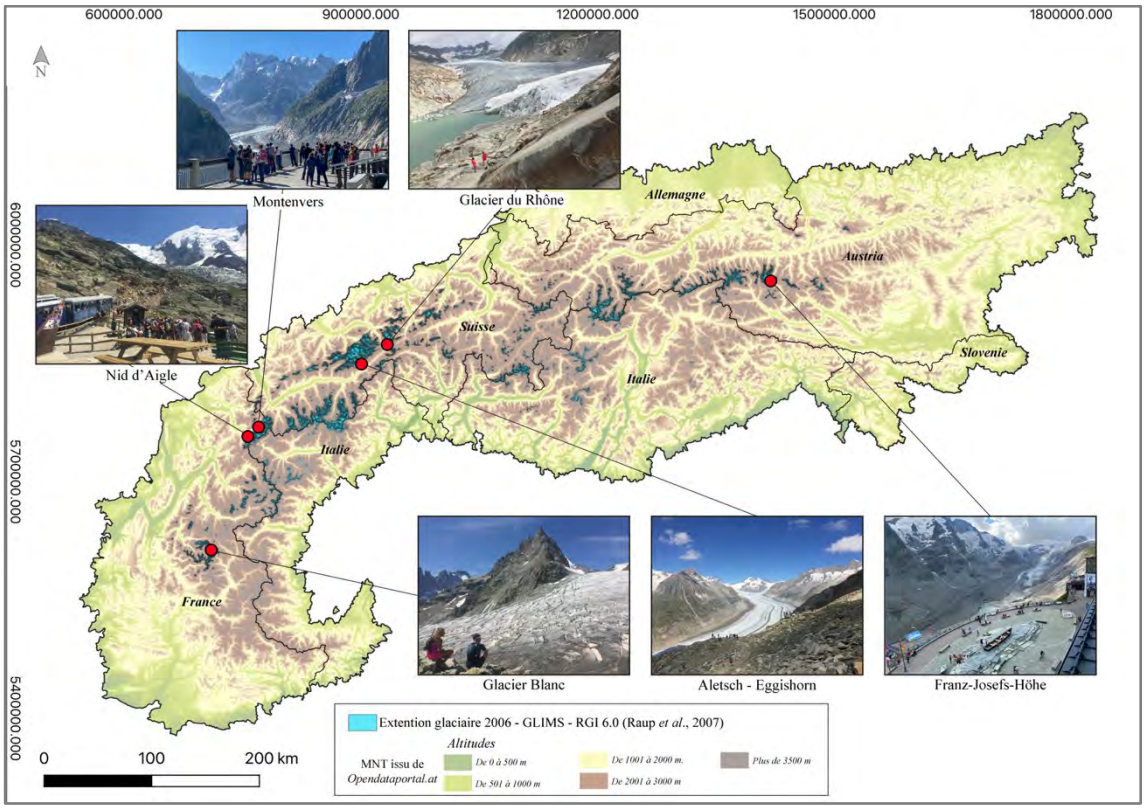



*Figure 21. Les 6 sites touristiques glaciaires sélectionnés pour ce travail doctoral.*

La Figure 21 présente les 6 sites sélectionnés pour mener les investigations prévues dans le cadre de ce travail. Quatre espaces géographiques remarquables sont représentés : le massif des Écrins et le Parc National du même nom (France), le massif du Mont-Blanc (France), le Valais (Suisse) et le Parc National des Höhe Tauern (Autriche). D'une manière générale, l'ensemble de ces sites permet l'accès à des langues glaciaires en phase de retrait rapide (Zekollari *et al.*, 2020). L'Annexe 1 fournit les caractéristiques détaillées de chacun des sites ainsi que leur organisation spatiale.

En France, la vallée du glacier Blanc, du Pré de madame Carles au sommet de la Barre des Écrins (4102 m) a été choisie car elle représente le site touristique le plus visité du parc national[13]. De plus, le glacier Blanc est la langue glaciaire la plus méridionale des Alpes. Enfin, plusieurs pratiques touristiques s'y croisent : simples curieux qui ne dépasseront pas les alentours du parking, randonneurs à la journée ou encore alpinistes. Dans le massif du Mont-Blanc, le choix s'est naturellement porté sur le site du Montenvers disposant du plus grand glacier des Alpes françaises : la Mer de Glace. Outre son caractère emblématique, ce glacier est l'un des plus visités en France (le plus visité si l'on exclut l'Aiguille du Midi). Il est également l'un des glaciers les plus médiatisés en France au regard de sa place historique et de son évolution. Ce site, accessible *via* un train à crémaillère depuis 1909 est également l'un des sites touristiques les plus anciens puisque sa « découverte » remonte à 1741. De nombreuses pratiques s'y côtoient : visite de grotte de glace, randonnées, alpinisme. À une douzaine de kilomètres plus au sud-ouest, le site du Nid d'Aigle et le glacier du Bionnassay offrent un site comparatif intéressant puisqu'il est doté d'un train à crémaillère construit en 1912, d'aménagements sommaires, d'une fréquentation bien inférieure[14], mais permettant la vue sur la zone de sérac du glacier, ce qui offre l'image d'une glace nettement plus « blanche » que la Mer de Glace. À noter que la langue du glacier de Bionnassay est située en aval du site du Nid d'Aigle et est complètement recouverte de débris. Enfin, ce site a la particularité d'être le point de départ de la voie normale d'ascension du Mont-Blanc.

Concernant la Suisse, le glacier d'Aletsch a été choisi en tant que plus grand glacier alpin. Comme précédemment évoquées, les investigations se sont concentrées sur sa partie aval et sur les sites touristiques situés sur sa moraine latérale gauche. Le site de l'Eggishorn - accessible *via* un téléphérique - a été choisi, car il représente pour les opérateurs touristiques le point de vue le plus haut sur le glacier. Outre les visiteurs faisant l'aller-retour pour voir le glacier, des randonnées encadrées ou des conférences en plein air sont régulièrement organisées sur différents thèmes incluant le glacier. Au fond du Valais, sous le *Furka Pass*, le glacier du Rhône a quant à lui été choisi pour sa facilité d'accès : quelques minutes de marche à plat suffisent à se rendre du parking au glacier. C'est également un glacier largement pris en exemple par les médias suisses pour évoquer le changement climatique. La grotte de glace est la principale attraction de ce site. Enfin, le retrait glaciaire laisse place à un lac qui peut potentiellement devenir le support de valorisations touristiques futures.

---

[13] Données Parc National des Écrins.

[14] Environ 400 000 visiteurs par an au Montenvers contre environ 50 000 au Nid d'Aigle ; données Compagnie du Mont Blanc.

En Autriche, le choix s'est porté sur le site du Franz Josef Höhe (Parc National des Höhe Tauern), permettant l'accès au glacier du Pasterze, plus grand glacier autrichien. Ce site touristique constitue une étape sur la route touristique (à péage) du Grossglockner. Il est visité par près d'un million de personnes chaque année, ce qui en fait le site le plus visité du panel. De nombreuses infrastructures permettent de varier les pratiques qui vont du simple arrêt photo à une marche sur le glacier accompagné par un ranger du Parc National ou encore à la visite d'un centre d'interprétation glaciaire, d'un musée sur l'histoire du site, ou de différentes randonnées.

Les différents sites sélectionnés représentent assez pertinemment les « grands sites glaciaires », c'est-à-dire les sites et glaciers emblématiques de chacun des pays, à l'exception des sites relevant d'une forme « d'hyper tourisme » (Aiguille du Midi, Jungfraujoch ; Salim *et al*., 2021a). L'Italie n'est pas représentée pour trois raisons. D'une part, il existe pour l'Italie deux études rendant compte de l'évolution des paysages glaciaires et de son impact sur les visiteurs (*i.e.* Diolaiuti & Smiraglia, 2010; Garavaglia *et al.*, 2012). D'autre part, les moyens temporels et financiers ne permettaient pas d'étendre davantage le nombre de terrains d'étude. Enfin, la rencontre en début de travail doctoral avec des chercheurs de l'Université d'Innsbruck a poussé les travaux, initialement prévus en France et en Suisse, vers le territoire autrichien.

Le choix de six terrains d'études ne signifie pas que l'ensemble des questions de recherche présentées précédemment sera développé pour chacun d'entre eux. Dans la suite de ce manuscrit, chacun des chapitres s'intéressera à une question de recherche et précisera la méthode employée pour y répondre. Il sera alors temps de préciser lesquels des six terrains d'étude ont été choisis et pourquoi.

### *Saisonnalités et pratiques appréhendées*

Les pratiques touristiques glaciaires étant nombreuses dans l'Arc alpin, les pratiques investiguées dans ce travail nécessitent d'être définies. Ces pratiques se définissent notamment par leur saisonnalité et, si de nombreux sites ne fonctionnent que l'été, certains fonctionnent également l'hiver. D'une manière générale, ce travail se concentre sur la saison estivale. La principale raison est que 4 des 6 sites sélectionnés sont fermés l'hiver. Les sites situés en rive gauche du glacier d'Aletsch fonctionnent l'hiver, mais principalement en tant que station de ski. Le glacier Blanc et le glacier du Rhône se pratiquent quant à eux à ski de randonnée ou en alpinisme l'hiver. Cependant, ces pratiques sont exclues du cadre de la recherche développée ici. Aussi, seul le site du Montenvers est accessible toute l'année et présente en hiver les mêmes pratiques que celles estivales. Dans ce cas précis, le travail autour de l'adaptation des gestionnaires et de l'expérience des visiteurs inclura les activités hivernales. De plus, le cas particulier de la descente de la Vallée Blanche, itinéraire à ski reliant l'Aiguille du Midi et le Montenvers, sera inclus dans l'analyse

pour la raison précise que les choix réalisés par les opérateurs touristiques ne peuvent être compris sans inclure cette dimension hivernale.

En termes de pratiques touristiques, si l'axe de travail se concentrant sur les impacts et adaptations au changement climatiques vues par les gestionnaires des sites inclut l'ensemble des pratiques y prenant place, l'axe de travail sur les questions de l'expérience des visiteurs ne prend en compte que les pratiques principales de chaque site. Ce travail exclut les pratiques « de passage » comme la pratique de l'alpinisme qui utilise les infrastructures de certains sites pour l'accès. Le ski sur glacier, qu'il soit estival ou hivernal, est également exclu de cette recherche, notamment parce qu'il a fait l'objet de nombreux travaux (Demiroglu *et al.*, 2018; Falk, 2016; Mayer *et al.*, 2018). Les pratiques retenues sont donc les pratiques de « visite » du site et de ses infrastructures (grotte de glace, restaurant, centre d'interprétation, etc.) et les randonnées pédestres autour du site. Deux exceptions subsistent cependant : une première liée à la descente de la Vallée Blanche depuis l'Aiguille du Midi, et la seconde concernant la pratique de l'alpinisme autour du glacier Blanc qui, pour l'espace concerné, n'est pas une pratique de passage, mais bien une pratique structurante.

### *3.3 – Positionnement épistémologique*

L'agencement des questions de recherche décrit plus haut et le développement de méthode permettant d'y répondre nécessitent d'expliciter la validité des connaissances qu'elles produisent. C'est en substance l'objectif de cette section. Il n'est cependant pas question d'entrer dans un positionnement épistémologique qui viserait à placer cette recherche entre post-positivisme et constructivisme, dont l'intérêt réel est parfois même remis en question (Dumez, 2012). Il s'agit plus modestement d'expliciter l'approche méthodologique générale et le point de vue sur le réel considéré dans ce travail.

#### *Point de vue pragmatique*

Cette recherche se place dans un cadre épistémologique « pragmatique ». Vu comme une troisième voie dans le débat ontologique entre le constructivisme et le post-positivisme, le point de vue pragmatique s'est développé au début du XXe siècle avec les travaux de philosophes américains comme Charles Pierce, John Dewey ou encore William James (Creswell & Creswell, 2017). Le point de vue pragmatique admet que la connaissance est construite par rapport à un réel expérimenté (Morgan, 2021). Comme pour le post-positivisme, le pragmatisme admet donc qu'il existe un réel qui peut être testé empiriquement. La principale différence avec le post-positivisme réside alors dans le fait que ce réel peut être multiple et construit par les actants. De plus, certains

pragmatistes considèrent que la question du réel doit être laissée de côté (Cherryholmes, 1992). Dans le point de vue pragmatique, le chercheur ne se focalise pas sur le choix de méthodes qui pourraient être en accord ou non avec le paradigme dans lequel se développe son travail, mais plutôt sur le problème de recherche. Il est alors à même d'utiliser toutes méthodes lui permettant d'améliorer sa compréhension du problème (Creswell & Creswell, 2017). Le point de vue pragmatique permet donc d'utiliser de nombreuses méthodologies différentes pour comprendre un problème (Patton, 2002). Ce point de vue est également le plus à même de valider d'utilisation de méthodologies mixtes alliant méthodes quantitatives et qualitatives (Creswell & Creswell, 2017).

### *Stratégie de recherche et choix des méthodes*

Outre le travail initial de revue de littérature et le travail sur l'adaptation passée des gestionnaires de sites touristiques glaciaires qui mobilisent principalement des sources historiques, les travaux réalisés dans le cadre de ce travail doctoral mobilisent des matériaux de recherche constitués d'entretiens et de réponses à des questionnaires. Différentes stratégies ont été mises en place et diffèrent en fonction des questions de recherche. Chacune d'elles sera décrite précisément au début de chaque chapitre correspondant, mais il convient de présenter ici les principales stratégies utilisées.

D'une manière générale, ce travail utilise des méthodologies mixtes alliant approches quantitatives et qualitatives. Développée à partir de 1959, ce type d'approche méthodologique permet de limiter les biais liés à chacune des approches classiques et chacune peut renforcer les résultats produits par l'une et l'autre (Creswell & Creswell, 2017). Selon ces mêmes auteurs, trois types de méthodes mixtes peuvent être identifiés. Tout d'abord, l'approche 'séquentielle' permet d'approfondir les résultats d'une méthode *via* la réalisation d'une autre. Par exemple, il est possible de conduire une étude qualitative exploratoire puis de construire une étude quantitative à partir des résultats pour aller vers une généralisation. L'approche 'concurrente' permet quant à elle de mener simultanément des enquêtes qualitatives et quantitatives. L'intérêt réside dans la possibilité de croiser les résultats des deux méthodes lors de l'analyse. Enfin, l'approche 'transformative' permet l'utilisation des deux approches précitées en y ajoutant une perspective théorique dont découle le type d'approche choisie.

Dans le présent travail, des approches séquentielles et concurrentes ont été utilisées, principalement en ce qui concerne les études menées auprès des visiteurs des sites. Le premier cas concerne la perception du paysage. Il était alors question de faire émerger les perceptions des visiteurs *via* des entretiens semi-directifs, puis de construire une enquête quantitative à partir des résultats pour tenter d'en mesurer les importances respectives. Le deuxième cas concerne

principalement les questions de motivation. Des entretiens semi-directifs ont été réalisés en même temps qu'une enquête quantitative. L'objectif était alors de croiser les résultats pour limiter les biais liés à chacune des méthodes tout en produisant des résultats généralisables à l'échelle des sites. Ces exemples seront explicités et détaillés au sein de chacun des chapitres s'y rapportant. En ce qui concerne le travail mené auprès des opérateurs touristiques et gestionnaires des sites, seule une approche qualitative a été utilisée. Elle se base sur une approche par cas d'étude (*cf.* : Creswell & Creswell, 2017) où chaque site est exploré en détail à la fois *via* les connaissances produites par les parties-prenantes, mais également par la littérature scientifique ou la littérature grise.

Outre le point de vue général présenté ci-dessus, le développement des différentes études constituant ce travail de thèse a emprunté différents positionnements et approches. Quatre catégories d'études peuvent être identifiées : l'étude 'Motivations', l'étude 'Paysage', l'étude 'Comportement' et l'étude 'Adaptation'. La Figure 22 place ces différentes études en fonction de leurs approches méthodologiques et des apports qui ont pu avoir lieu et qui sortent du seul point de vue pragmatique. L'étude Motivations est construite à partir d'une méthodologie mixte qui inclut à égalité des méthodes qualitatives et quantitatives. L'étude Paysage inclut également des méthodes quantitatives et qualitatives, mais s'appuie en premier lieu sur le travail qualitatif. Cette étude introduit également des notions propres aux constructivistes en considérant notamment que le paysage n'existe qu'à travers les yeux de l'observateur (Kühne, 2019). Enfin, la méthodologie employée s'appuie sur les concepts de la *Grounded Theory* qui consiste en la génération de théorie *ad hoc* à partir des matériaux d'entretien dans une perspective inductive (Charmaz, 2006). L'étude Adaptation se place quant à elle intégralement dans une démarche qualitative basée sur un point de vue pragmatique selon lequel la connaissance est construite par les acteurs du territoire (Creswell & Creswell, 2017). Enfin, l'étude Comportement est uniquement quantitative et emprunte des éléments au point de vue post-positiviste, est constituée par une enquête visant explicitement à tester une hypothèse émanant d'une théorie (Creswell & Creswell, 2017).

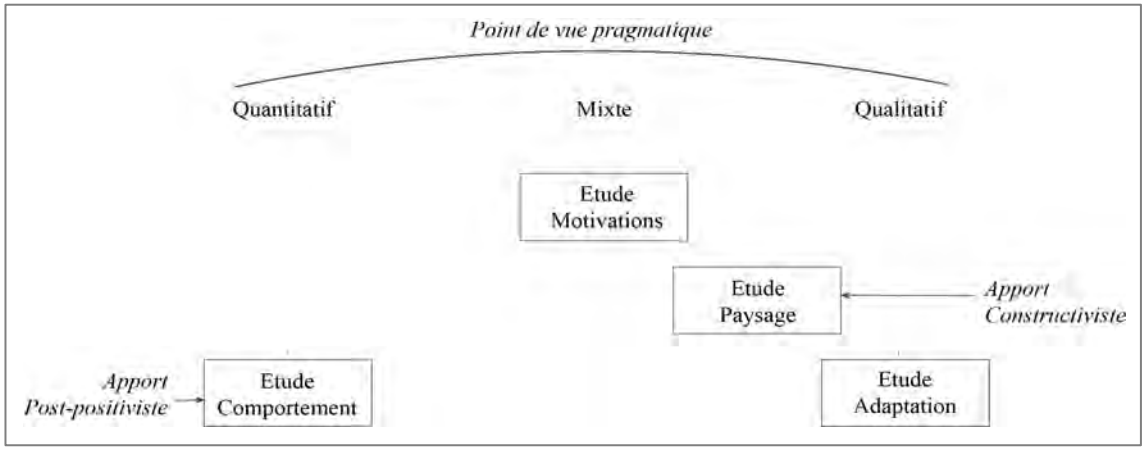



*Figure 22. Place des différentes études réalisées en fonction de leurs approches méthodologiques.*

### *Conclusion du Chapitre 3*

Le tourisme glaciaire est diversifié et, à l'échelle des Alpes, de nombres pratiques et formes de valorisations peuvent être observées au sein des sites touristiques glaciaires. Le contexte actuel de ces lieux, dominé par le changement climatique, conduit à poser la question de recherche générale qui guide ce travail de thèse : quels sont les effets du changement climatique actuel sur le tourisme glaciaire alpin ? Trois questions de recherche sont alors posées : (i) le tourisme glaciaire est-il impacté par le changement climatique à l'échelle mondiale ? (ii) les sites touristiques glaciaires sont-ils impactés à l'échelle de l'Arc alpin ? (iii) l'expérience touristique évolue-t-elle avec le retrait glaciaire ? Ces trois questions et les hypothèses qui en découlent vont constituer l'objet du travail exposé dans ce manuscrit. Deux axes sont différenciés : l'un concernant la perception des gestionnaires des sites et l'autre concernant le point de vue des visiteurs. En termes de sites et de pratiques, ce travail s'intéresse particulièrement aux pratiques touristiques au sein des grands sites glaciaires emblématiques des pays alpins et exclut la pratique de l'alpinisme et du ski. En outre, les recherches sont effectuées selon un point de vue pragmatique et mobilisent des méthodologies qualitatives et quantitatives. Si un cadre méthodologique général a été présenté dans ce chapitre, chaque méthode sera explicitement développée dans les chapitres correspondants.

## Conclusion de la Partie 1

« Voir les glaciers » est une pratique touristique qui s'est développée relativement tôt dans les Alpes. Dès 1741, les Anglais W. Windham et R. Pocoke ont rejoint Chamonix depuis Genève, se sont frayé un chemin jusqu'à la Mer de Glace, et ont publié leurs correspondances avec P. Martel, qui fit le même trajet en 1742, ce qui ouvrit la voie à ce que l'on peut appeler aujourd'hui le « tourisme glaciaire ». L'intérêt touristique pour les glaciers a présidé à la construction de nombreuses infrastructures et en premier lieu des trains à crémaillères. Évoluant sur la première ligne de chemin de fer conduisant à un glacier, le train du Gornergrat (3089 m ; Suisse) permets l'accès à un belvédère sur le glacier du Gorner dès 1898. En 1909, c'est le train du Montenvers (1913 m ; France) qui est construit, permettant de contempler la Mer de Glace, le plus grand glacier alpin français. Enfin, en 1912, deux lignes touristiques sont inaugurées : le Tramway du Mont-Blanc et son terminus le Nid d'Aigle (2372 m ; France) et le train permettant d'accéder à la Jungfraujoch (3463 m ; Suisse). Suivent ensuite des téléphériques tels que celui de l'Aiguille du Midi (3842 m ; France) en 1955 ou celui des glaciers de la Meije (3211 m ; France) en 1976. Enfin, l'épopée du ski et le développement du ski d'été ajoutent de nombreuses infrastructures qui pourront être utilisées à des fins de tourisme glaciaire. À l'heure actuelle, de nombreux sites à travers le monde, incluant des infrastructures et des pratiques, peuvent être considérés comme des « sites touristiques glaciaires ». Ceux-ci représentent des espaces importants en termes économiques, culturels - mais aussi parfois symboliques - pour les territoires où ils sont implantés.

Face à cela, la vigueur du changement climatique actuel en montagne génère des dynamiques glaciologiques et géomorphologiques qui peuvent impacter profondément le tourisme glaciaire. Le retrait glaciaire est la première de ces conséquences. Les grands glaciers alpins ont déjà vu leur front reculer de plusieurs kilomètres comme c'est le cas pour la Mer de Glace en France, le glacier d'Aletsch en Suisse, ou encore le glacier du Pasterze en Autriche. D'ici la fin du siècle, en Europe, c'est entre 60 et 99 % des volumes de glace qui devraient disparaitre. Ce retrait extrêmement rapide laisse place à une période dite « paraglaciaire » qui, bien qu'engagée depuis la fin du PAG, voit son intensité s'accentuer, provoquant la déstabilisation de moraines, des glissements de terrain et d'autres processus gravitaires encore. Enfin, les terrains de haute montagne gelés en permanence (permafrost) se réchauffent, entrainant des déstabilisations de versant (écroulements) qui peuvent parfois être de grande ampleur comme lors de l'écroulement du Pilier Bonatti, survenu en 2005 à l'Aiguille des Drus dans le massif du Mont-Blanc.

Ainsi, l'importance du tourisme glaciaire pour certains territoires de montagne tout comme son importance historique dans les Alpes, couplées aux enjeux climatiques actuels font tout l'intérêt du sujet de recherche et le point de départ de ce travail doctoral dont la question de

recherche principale est de comprendre comment les grands sites touristiques glaciaires alpins sont impactés et s'adaptent au changement climatique. Mais qu'est-ce que le tourisme glaciaire et ses sites dans les Alpes ? Un inventaire de l'ensemble des sites touristiques glaciaires alpins a été réalisé pour répondre à cette question et affiner le choix des sites d'étude. Les sites d'altitude modeste ont été privilégiés, considérant qu'ils devaient être les plus impactés par les effets du changement climatique. 6 sites ont été retenus dont trois en France (la vallée du Glacier Blanc dans le massif des Écrins, le Nid d'Aigle et le Montenvers dans le massif du Mont-Blanc), deux en Suisse (le glacier d'Aletsch incluant les sites de l'Aletsch Arena et le glacier du Rhône en Valais), et un en Autriche (le glacier du Pasterze et son principal point d'accès, le Franz Josefs Höhe). Trois questions de recherche jalonneront ce travail et concernent : (i) l'impact du changement climatique sur le tourisme glaciaire dans le monde et (ii) dans les Alpes, ainsi que (iii) l'expérience des visiteurs face au retrait glaciaire. Deux axes seront développés pour répondre à ces questions : (1) du point de vue des gestionnaires et autres opérateurs des sites, et (2) du point de vue des visiteurs. La Partie 2 de ce manuscrit développera l'axe (1) tandis que la Partie 3 se focalisera sur l'axe (2). La Partie 4 sera quant à elle l'occasion d'adopter un point de vue réflexif sur les Parties 2 et 3 tout en développant d'autres questions de recherche que les premiers résultats auront amenées. Les différentes études réalisées dans le cadre de ce travail doctoral adoptent un point de vue pragmatique. Elles incluent des méthodes mixtes tout en se permettant d'explorer d'autres approches méthodologiques et épistémologiques, empreintes de post-positivismes et constructivismes.

# Partie 2 : Le changement climatique, une réalité pour le tourisme glaciaire : quels impacts et adaptations pour les opérateurs touristiques ?

Entrée de la grotte de glace du Montenvers, juin 2019, E. Salim

**Résumé :**
Cette deuxième partie aborde la question des impacts du changement climatique sur le tourisme du point de vue des parties prenantes. Dans un premier temps, il s'agira de revenir sur les aspects mondiaux des impacts du changement climatique sur le tourisme et sur les spécificités concernant le tourisme en montagne. Les concepts d'adaptation et de résilience seront développés. L'analyse de la littérature scientifique permettra ensuite de comprendre les impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire. Enfin, le dernier chapitre de cette partie s'intéressera aux conséquences du changement climatique pour le tourisme glaciaire dans les Alpes à travers une analyse géohistorique autour de la Mer de Glace et une analyse de la situation actuelle dans six grands sites glaciaires alpins.

# Introduction de la Partie 2

Juillet 2019, les visiteurs se pressent pour entrer dans l'un des deux wagons qui les mèneront en une vingtaine de minutes au site du Montenvers, au-dessus de Chamonix. Arrivés à 1913 m d'altitude, ils pourront admirer la vue sur l'Aiguille des Drus, les Grandes Jorasses et, peut-être surtout, sur la Mer de Glace. Ensuite, il leur sera proposé d'emprunter une télécabine qui les rapprochera du glacier, où ils pourront visiter la grotte de glace. Cependant, une fois sortis de la télécabine, 550 marches à descendre attendent les visiteurs cette année-là pour rejoindre le glacier. Ce constat issu d'expérience de terrain illustre de manière visuelle et sensible l'une des conséquences principales du retrait glaciaire qui mène à une difficulté accrue d'accès aux glaciers. Une fois arrivés au niveau du glacier, l'illustration en première page de cette Partie représente l'espace tel qu'il sera vu par les visiteurs : un glacier gris, couvert par endroits de bâches blanches et entouré par des engins de chantier. Cette visite imaginaire est révélatrice de certaines conséquences du changement climatique sur le tourisme glaciaire. Cependant, le changement climatique n'impacte pas uniquement les sites touristiques glaciaires et les exemples précédents s'insèrent dans le cadre global de menaces du changement climatique sur l'industrie touristique. Quelles sont ces menaces ? Comment les acteurs publics et privés s'y adaptent-ils, dans le monde, en montagne, et dans le cas du tourisme glaciaire ? C'est à cette question que cette deuxième partie tente de répondre. Elle s'intéressera principalement aux points de vue des acteurs des territoires, ceux des touristes et visiteurs de sites seront l'objet de la Partie 3.

Ainsi, le premier chapitre sera l'occasion de présenter les grands enjeux du tourisme vis-à-vis du changement climatique. Dans un premier temps, la focale sera mise à l'échelle mondiale et s'intéressera aux études qui ont montré les vulnérabilités de l'industrie touristique face au changement climatique. Le propos sera ensuite recentré autour des questions spécifiquement liées aux territoires de montagne. Deux cas particulièrement étudiés seront présentés : l'industrie du ski et la pratique de l'alpinisme. Deux concepts seront ensuite mobilisés dans cette partie et dans la suite de ce manuscrit : l'adaptation et la résilience. Enfin, ce chapitre présentera les principales stratégies d'adaptation mises en place par les acteurs concernés par le ski alpin et l'alpinisme.

Le deuxième chapitre concernera l'objet du présent travail doctoral : le tourisme glaciaire. Avant de s'intéresser spécifiquement au cas alpin, ce chapitre sera l'occasion voir comment la recherche scientifique a traité la question du tourisme glaciaire en lien avec le changement climatique à travers le monde. Un travail de revue de la littérature et de recensement des différents impacts observés et des différentes stratégies d'adaptation mises en œuvre sera présenté. Enfin, ce chapitre discutera les stratégies d'adaptation développées par les opérateurs touristiques au regard des développements conceptuels à ce sujet.

Le troisième chapitre sera consacré au tourisme glaciaire alpin. Il sera d'abord question de l'influence des fluctuations glaciaires passées sur le développement touristique autour de la Mer de Glace. L'objectif sera ici de montrer, à travers ce cas d'étude, que le tourisme glaciaire a été dépendant des fluctuations glaciaires depuis ses origines (1741) et qu'elles ont conduit à des adaptations de la part des acteurs. Dans un deuxième temps, ce chapitre explorera le cas de six sites touristiques glaciaires alpins en France, Suisse et Autriche. Il sera question de comparer les processus glacio-géomorphologiques étudiés dans la littérature scientifique avec la perception qu'en ont les opérateurs touristiques en matière de vulnérabilité pour leurs sites. Enfin, ces résultats seront discutés au regard de la littérature liée à l'adaptation au changement climatique.

D'une manière générale, cette Partie 2 vise à répondre aux questions 1 (Q1) et 2 (Q2) présentées dans la Partie 1 de ce manuscrit. Elle ambitionne de montrer comment le changement climatique et ses conséquences impactent les sites touristiques glaciaires à travers le monde, puis dans les Alpes, et la manière dont les opérateurs touristiques s'adaptent à ces changements.

# Chapitre 4 – Le tourisme face au changement climatique : état des connaissances et axes de recherche

Comme vu dans la première partie de ce manuscrit, le changement climatique est aujourd'hui un phénomène qui influence la quasi-totalité de la surface planétaire et dont l'intensité est plus forte pour les territoires de montagne que pour le reste du globe. En 2019, le tourisme représentait plus de 10 % du PIB mondial (*World Travel and Tourism Concil* (WTTC), 2020) et contribuait en 2018 à environ 8 % des émissions de GES mondiales (Lenzen *et al.*, 2018). Dans le même temps, l'industrie touristique est d'ores et déjà impactée par les effets du changement climatique. Dans ce contexte, quelle est l'influence du changement climatique sur l'industrie touristique ? L'objectif de ce chapitre est de répondre à cette question en se concentrant tout d'abord sur les impacts du changement climatique à l'échelle mondiale. Il sera ensuite question des impacts du changement climatique et de ses spécificités pour le tourisme en montagne, largement étudié au prisme du ski alpin. Enfin, la troisième section de ce chapitre permettra de définir deux concepts qui seront utilisés dans la suite du manuscrit, l'adaptation et la résilience, puis de voir leurs applications au tourisme en montagne.

### *4.1 – Impacts du changement climatique sur l'industrie touristique*

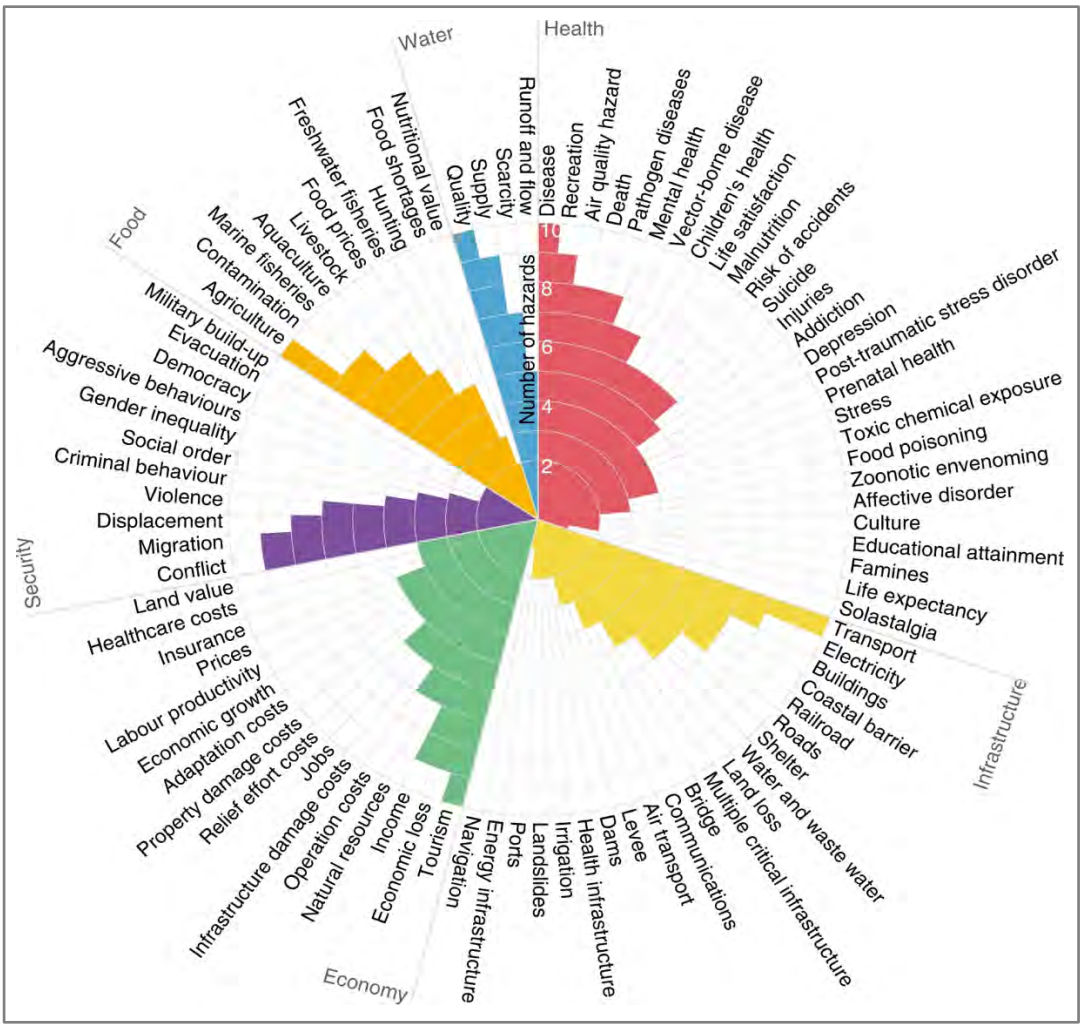



*Figure 23. Les six catégories d'impact du changement climatique sur l'humanité et les sous-catégories observées. La taille des barres indique le nombre d'aléas impliqué dans les impacts parmi les dix identifiés (réchauffement des températures, précipitation, inondations, sècheresse, vague de chaleur, feu, augmentation du niveau des mers, tempêtes, changement de couverture des sols, chimie de l'océan). Le tableau complet est disponible ici : http://impactsofclimatechange.info/ - Figure issue de Mora et al. (2018).*

Le changement climatique constitue une menace certaine pour l'humanité. Dans la Figure 23, issue d'une revue de 3 280 publications concernant les conséquences du changement climatique, Mora *et al.* (2018) ont montré que l'humanité est menacée par six catégories d'impacts. Le premier concerne la santé, menacée entre autres par les périodes de sècheresse entraînant des famines, les périodes de canicules et la surmortalité associée, ou encore la mortalité accrue en cas d'événements météorologiques tempétueux. La deuxième catégorie correspond aux infrastructures, avec par exemple l'impact des canicules sur les réseaux électriques ou les impacts liés, entre autres, aux catastrophes naturelles. Les impacts économiques correspondent à la troisième catégorie, également liés aux catastrophes naturelles, à la productivité du travail ou encore aux dépenses de santé. La quatrième catégorie concerne les impacts sur la sécurité,

incluant les questions de migrations, de comportements agressifs ou encore de conflits. La cinquième catégorie concerne le système alimentaire et la baisse qualitative et quantitative de la production de certaines denrées (stock de pêche et production agricole pour les plus cités). Enfin, la dernière catégorie d'impacts correspond à l'accès à l'eau potable, menacé par les sècheresses, le changement de couverture des sols ou encore liée au retrait glaciaire. Parmi les conséquences économiques, le secteur du tourisme est le seul à être impacté par l'ensemble des catégories citées (Mora *et al.*, 2018).

L'impact du changement climatique sur le tourisme est l'objet de recherches depuis plus de trente ans. Différents rapports, dont certains basés sur des modélisations parfois partielles ont tenter de comprendre l'implication du changement climatique sur le tourisme. Dès les années 1990, le changement climatique était étudié comme menace pour le secteur touristique par de nombreux auteurs (voir : Braun *et al.*, 1999, 1999; Harrison *et al.*, 1999; Smith, 1990; Wall, 1998). Tous ces travaux, parfois dispersés, ont conduit en 2008 à la rédaction d'un rapport coécrit par l'Organisation Mondial du Tourisme (UNWTO), le Programme Environnement des Nations Unies (UNEP) et l'Organisation Météorologique Mondiale (WMO) intitulé : *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges* (UNWTO *et al.*, 2008). Une telle prise en compte des menaces qui pèsent sur le tourisme dues au changement climatique se comprend par son importance pour l'économie mondiale : en 2019, le secteur du tourisme représentait 10,4 % du PIB et 10,6 % des emplois dans le monde (WTTC, 2020). Et sa croissance était continue jusqu'à la crise du Covid-19 (WTTC, 2019).

Le rapport de 2008 distingue les impacts du changement climatique sur l'offre touristique à l'échelle de la destination et sur la demande. Il identifie dix impacts majeurs du changement climatique sur les destinations touristiques. Le premier concerne l'augmentation des températures qui induit une altération de la saisonnalité, un stress pour les visiteurs en période de canicule, des coûts supplémentaires liés à la climatisation et à la réfrigération, une évolution de la distribution des espèces vivantes qui peuvent faire l'objet de tourisme et d'une augmentation des risques d'infections liés à certaines maladies. Le deuxième impact est lié à la réduction de la couverture neigeuse et à la fonte des glaciers impactant les sports d'hiver et réduisant l'attractivité des paysages. Le troisième impact est lié aux événements météorologiques extrêmes et aux risques qu'ils induisent pour les infrastructures touristiques, les coûts en assurance et les interruptions commerciales qu'ils peuvent causer. Le quatrième impact concerne la réduction des précipitations et l'augmentation de l'évaporation dans certaines régions avec des conséquences sur le stock d'eau et son partage entre les activités touristiques et les autres. Cet aspect a également des conséquences sur les risques d'incendies et de désertification, induisant *in fine* une réduction de la demande touristique. À l'inverse, une autre menace est liée à l'augmentation des précipitations et des phénomènes intenses dans d'autres régions, conduisant à une augmentation du risque

d'inondations. À la fin du cycle, on retrouve l'augmentation du niveau marin et de la température des océans qui induisent érosion des côtes, augmentation des coûts de maintien, blanchiment des coraux et diminution des ressources pour les activités touristiques type *snorkelling*. Le changement climatique induit également un changement de biodiversité marine et terrestre qui impacte le tourisme par une réduction de l'attractivité touristique et par une augmentation du risque de maladies dans les pays tropicaux et subtropicaux. Enfin, une évolution des sols, et des feux de forêt plus fréquents induisent des menaces fortes pour le secteur touristique.

Du point de vue de la demande touristique, les changements résultent d'impacts directs ou indirects du changement climatique, des mesures d'atténuation mises en place par les États, et par le changement social dérivé de la croissance économique et de la stabilité des pays (UNWTO *et al.*, 2008). Concernant les impacts directs, de nombreuses études ont montré l'importance des conditions météorologiques et climatiques sur le choix de destinations, mais également en matière de satisfaction (Agnew & Palutikof, 2006; Rosselló-Nadal *et al.*, 2011; Scott & Lemieux, 2010). Il en résulte à l'échelle globale des modélisations qui estiment que la demande touristique actuelle pour les pays chauds devrait peu à peu se reporter sur les pays tempérés, les espaces de hautes latitudes ou de hautes altitudes (UNWTO *et al.*, 2008). La Figure 24 montre quelques exemples pour des destinations côtières.

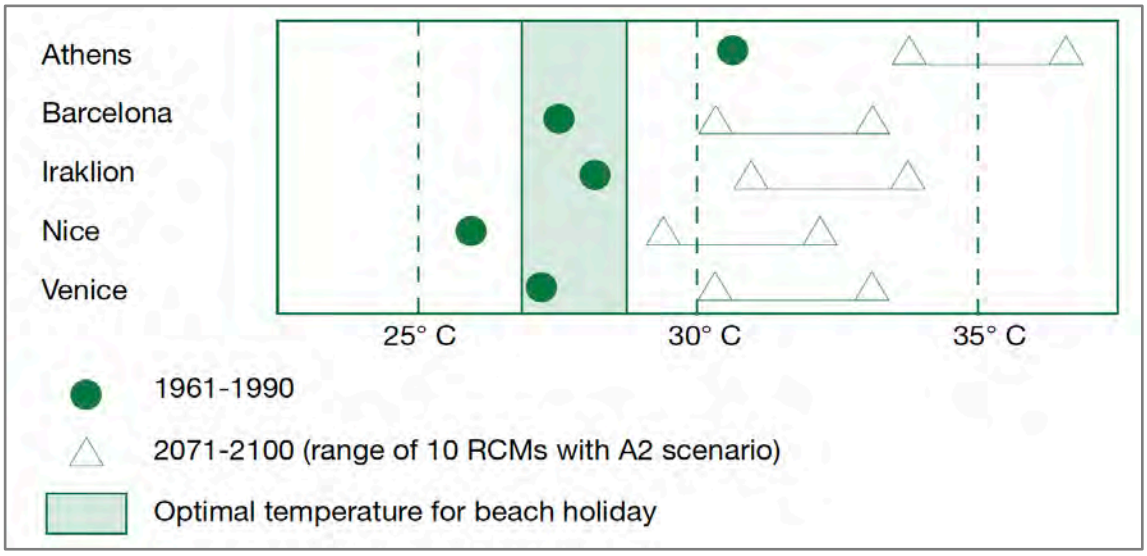



*Figure 24. Évolution des températures optimales pour les vacances à la mer. Moyenne des températures journalières maximales pour juillet-août pour différentes destinations côtières et évolution modélisée pour 2071-2100 (UNWTO et al., 2008).*

La demande touristique est également dépendante des « attractions » des destinations qui peuvent être menacées, comme vues précédemment, par le changement climatique. Les exemples les plus emblématiques concernent le blanchiment des coraux, la perte de biodiversité, la réduction de l'enneigement et la modification des paysages de montagnes par le manque d'enneigement et le retrait glaciaire (UNWTO *et al.*, 2008).

Outre ces menaces qui pèsent sur le tourisme à l'échelle globale du fait du changement climatique ou de ses conséquences, la demande touristique peut également être influencée par les politiques d'atténuation, comme l'augmentation des prix du transport aérien, notamment liée à la mise en place de taxes sur les émissions de carbone, et le changement d'attitude des voyageurs avec le développement du « *flight shaming* » (honte de prendre l'avion). Cependant, plus de 10 ans après la publication du rapport, aucune de ces deux menaces n'est venue réduire la croissance du tourisme, tant économiquement qu'en matière d'émissions de GES (Becken, 2019). Dans le même temps, la recherche concernant l'impact du changement climatique sur le tourisme a fortement augmenté depuis 2008 (Figure 25 ; Scott, 2021).

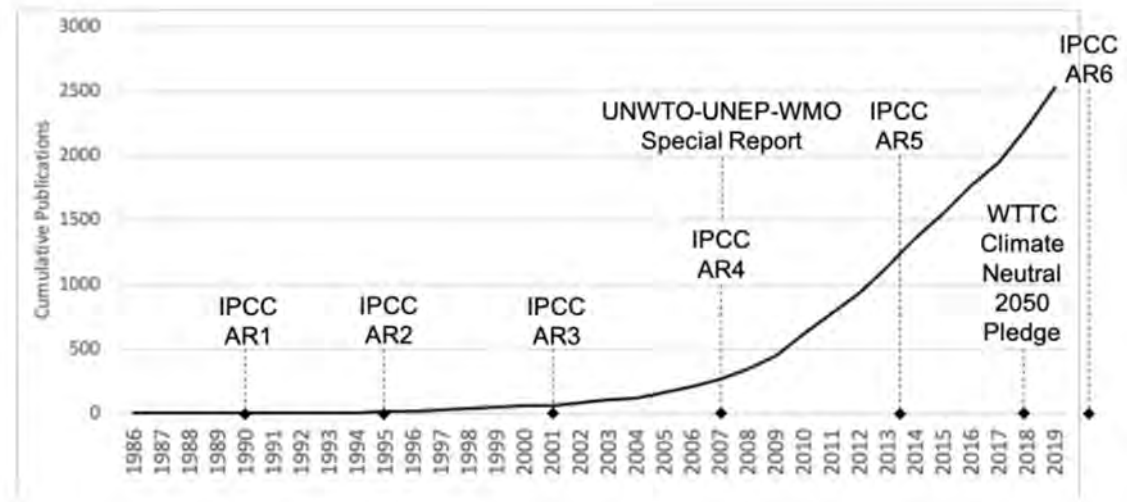



*Figure 25. Nombre cumulé d'articles de revues scientifiques consacrés au changement climatique et au tourisme, estimés à l'aide de Scopus (Scott, 2021).*

Une étude récente estime que, mise à part la crise du Covid-19, deux grands défis liés au changement climatique devraient changer le tourisme dans les trente prochaines années : la trajectoire vers la réduction des émissions de gaz à effets de serre (GES) et la gestion des risques physiques liés au changement climatique (Scott, 2021). Les émissions de GES du secteur du tourisme sont passées de 5 % en 2005 (UNWTO *et al.*, 2008) à plus de 8 % des émissions totales en 2018 (Lenzen *et al.*, 2018). Un rapport récent du Programme Environnement de l'ONU (UNEP) estime qu'en 2050, les émissions liées au transport international et à l'aviation, qui ne sont pas inclus dans les Accords de Paris, représenteront entre 60 et 220 % du budget $CO_2$ global annuel respectant la trajectoire 1,5 °C si leur croissance continue au rythme pré-covid (UNEP, 2020). Les trajectoires respectant les accords de Paris ne peuvent donc pas être atteintes sans un changement profond et complet du système touristique international, qui nécessite des phases de transition aujourd'hui peu étudiées (Scott, 2021). Dans tous les cas, il s'agira de changements majeurs dans le fonctionnement du tourisme qui devraient avoir des répercussions aux échelles mondiales et locales.

Le deuxième enjeu majeur concerne la gestion des impacts non évitables du changement climatique. Des incendies majeurs comme ceux survenus en Australie en 2019 et 2020 (Schweinsberg *et al.*, 2020) aux conséquences de certaines tempêtes survenues au cours de la dernière décennie (Wright *et al.*, 2020), le secteur du tourisme a déjà subi des crises qui sont considérées comme « la surface émergée de l'iceberg » face aux menaces qui pèsent sur lui du fait de l'entrée dans l'Anthropocène (Scott, 2021). Les leaders mondiaux de l'industrie du tourisme sont même unanimes sur le fait qu'un changement climatique non contrôlé et dépassant les +3 °C représenterait un cataclysme pour la société et le tourisme (Gössling & Scott, 2018). Le tourisme n'est pas impacté de manière homogène à travers le monde : les espaces considérés comme les plus vulnérables sont l'Afrique, le Moyen-Orient, le sud de l'Asie et les îles États des Caraïbes et des océans Indien et Pacifique (Scott *et al.*, 2019). En somme, Scott (2021) considère que les recherches menées ces trente dernières années ne permettent pas d'envisager et de préparer les trente prochaines années pour le secteur touristique. D'où la nécessité d'augmenter l'action de recherche sur les impacts du changement climatique sur la société, et le tourisme en particulier, et sur les adaptations, tout en favorisant le lien avec les acteurs économiques. À ce titre, la montagne peut être considérée comme un espace à forts enjeux, soumis à de forts impacts, mais ayant un pouvoir de démonstrateur élevé en matière d'adaptation, de transition et d'innovation.

### *4.2 – Le changement climatique et le tourisme en montagne*

Comme vu dans la partie précédente (Partie 1 ; chapitre. 2), le changement climatique est plus rapide pour les hautes latitudes et altitudes. De ce fait, les espaces montagnards sont souvent considérés comme des « sentinelles » du changement climatique, comme illustré par le rapport spécial du GIEC sur les océans et la cryosphère et le sixième rapport prévu pour 2022, qui incluent tous deux un chapitre dédié aux espaces et territoires de montagne (IPCC, 2019). L'évolution de la cryosphère semble expliquer la majorité des impacts du changement climatique sur le tourisme en montagne, avec une saison d'enneigement réduite, plus de pluies en hiver, un retrait généralisé des glaciers et un réchauffement du permafrost (IPCC, 2019).

L'industrie du ski représente le secteur touristique le plus étudié pour les territoires de montagne. Présente dans 67 pays, elle est la plus développée dans les Alpes européennes (IPCC, 2019). La majorité des travaux s'intéressant à l'impact du changement climatique sur l'industrie du ski se basent sur des modélisations économétriques. L'enneigement est ainsi une variable capitale pour le fonctionnement des stations de ski (Spandre *et al.*, 2019). Abegg *et al.* (2008) indiquaient qu'en cas de réchauffement climatique de 1, 2 et 4 °C, sans prendre en compte l'enneigement artificiel, seules 142, 129 et 78 des 164 stations de ski suisses, respectivement, resteraient viables en 2100. Ce résultat est nuancé par Gonseth (2013), qui estime que les stations

de ski suisses sont moins affectées que dans d'autres territoires alpins. D'une manière générale, Gilaberte-Búrdalo *et al.* (2014) ont montré que le changement climatique pouvait amener nombre de fermetures de stations de ski dans le monde. L'indicateur le plus commun pour arriver à modéliser la viabilité des stations de ski est la limite des 100 jours d'ouverture par saison (Scott *et al.*, 2008; Steiger & Abegg, 2013). L'autre indicateur principal est la capacité des stations à opérer de manière continue pendant la période de Noël-Nouvel An au moins sept saisons sur dix (Steiger & Scott, 2020). Bien qu'imparfaits et critiqués par ailleurs (Abegg *et al.*, 2020), ces indicateurs permettent de modéliser l'influence du changement climatique sur l'opérabilité des stations de ski. Dans une étude récente, Steiger & Scott (2020) ont montré qu'avec la capacité d'enneigement artificiel actuelle, l'indice des 100 jours est atteint dans 80, 72 et 54 % des stations de ski autrichiennes en 2030, 2050 et 2080, respectivement, avec le scénario 4.5 du GIEC. Pour le scénario 8.5, ce ratio passe respectivement à 78, 52 et 11 %. Ce taux de stations atteignant la limite des 100 jours est plus faible lorsque l'on regarde l'indicateur d'opérabilité sur la période de Noël-Nouvel An, et descend à 5% en 2080 selon le scénario RCP 8.5. Ce type d'analyses a été conduit en Norvège, où la superficie des espaces skiables opérables en 2050 pourrait se réduire de 33 % à 78 % des espaces actuels dans le RCP 4.5 (Scott *et al.*, 2020). Bien que ces indicateurs aient été largement utilisés, ils sont aujourd'hui en cours de redéfinition (Abegg *et al.*, 2020).

L'industrie du ski et la saison hivernale ne sont pas les seules composantes du tourisme en montagne à être impactées par les effets du changement climatique. Les activités estivales le sont également comme c'est par exemple le cas dans les Rocheuses canadiennes où l'augmentation du nombre de belles journées peut avoir un impact positif sur la fréquentation, rapidement contrebalancée par l'augmentation des périodes de canicule qui ont un impact négatif (Scott *et al.*, 2007). Cette tendance s'observe également dans la Drôme en France (Tritz & Schiavone, 2019) et dans le cas des activités de pleine nature comme la randonnée ou le VTT (Auvergne-Rhône-Alpes Tourisme, 2021). Activité symbolique de la haute montagne, aujourd'hui classée au patrimoine de l'UNESCO (Debarbieux *et al.*, 2021), l'alpinisme est peut-être l'activité estivale pour laquelle les impacts du changement climatique sont les plus visibles. Si quelques études avaient montré l'augmentation de la dangerosité de la pratique de l'alpinisme (*i.e.* Bourdeau, 2014; Ritter *et al.*, 2012), c'est le travail doctoral de Mourey (2019) qui a amené un éclairage important. L'alpinisme est impacté selon plusieurs modalités et dans plusieurs de ses composantes. Avant même d'accéder aux itinéraires d'alpinisme, le changement climatique pose des problèmes nouveaux pour les itinéraires d'accès au refuge. Ainsi, Mourey & Ravanel (2017) ont montré que les itinéraires d'accès aux différents refuges du bassin de la Mer de Glace ont subi des évolutions géomorphologiques, principalement depuis les années 1990. Un travail plus récent sur l'ensemble des Alpes occidentales montre des résultats similaires, le retrait du front du glacier et la réduction de son épaisseur ayant l'impact majeur (Mourey *et al.*, 2019b). À ce titre, la figure

26 montre les différents processus qui impactent les itinéraires d'accès aux refuges et les réponses mises en œuvre par les acteurs.

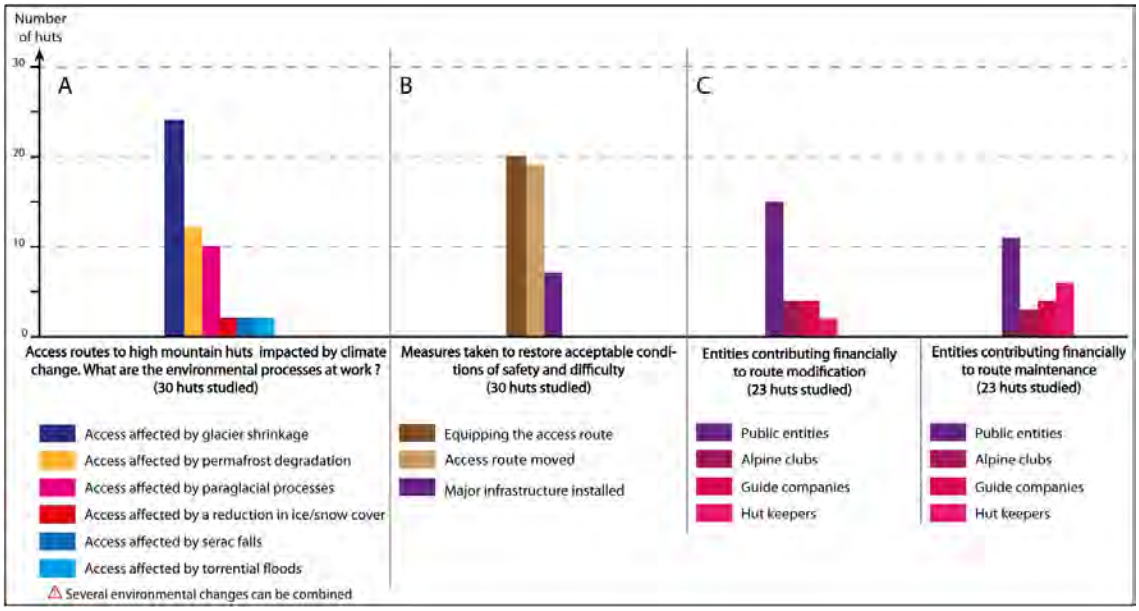



*Figure 26. Voies d'accès aux refuges de haute montagne des Alpes françaises et valaisannes affectées par le changement climatique entre les années 1990 et 2018 : A. Processus dus au changement climatique affectant les voies d'accès ; B. Modifications effectuées pour rétablir des niveaux de sécurité ; C. Nombre et type d'entité ayant contribué au financement des modifications et maintenances des itinéraires. (Mourey et al., 2019b).*

Au-delà des itinéraires d'accès, ce sont les voies d'alpinisme elles-mêmes qui évoluent. Mourey *et al.* (2019a) ont montré que les itinéraires d'alpinisme dans le massif du Mont-Blanc sont impactés par 25 processus géomorphologiques répartis entre dégradation du permafrost, retrait glaciaire et fonte des couvertures glacio-nivales. Parmi 100 itinéraires d'alpinisme historiques dans le massif du Mont-Blanc, trois ont disparu et 26 ont largement évolué. Les autres itinéraires ont évolué plus modestement, et seuls deux itinéraires n'ont subi aucune modification.

Cette évolution des itinéraires d'alpinisme entraîne des difficultés nouvelles pour la pratique de l'activité ainsi que pour les guides de haute montagne, principaux professionnels concernés. Dans une étude sur les guides chamoniards et courmayeurins, Salim *et al.* (2019) ont montré qu'ils sont impactés par une difficulté accrue d'accès aux itinéraires, une complexification du cheminement sur glacier, une augmentation de la dangerosité de la pratique et de la difficulté des itinéraires, et un raccourcissement de la saison hivernale. Mourey *et al.* (2020) ont par la suite montré que l'ensemble des guides français étaient impactés par les conséquences du changement climatique en haute montagne.

Ces exemples montrent que le changement climatique impacte largement les pratiques touristiques en montagne. À l'inverse des travaux menés sur les stations de ski, les travaux concernant les activités estivales se basent sur des observations des phénomènes. Dans les deux cas du ski et de l'alpinisme, les pratiques sont dépendantes de la cryosphère, qui subit des changements rapides. De ce fait, le tourisme glaciaire doit également être en première ligne face

aux évolutions climatiques. Cependant, avant de s'intéresser à lui, il convient de considérer les stratégies d'adaptation des acteurs du tourisme pour lutter contre les conséquences du changement climatique.

### *4.3 – Adaptation du tourisme au changement climatique*

#### *Définir l'adaptation*

Étymologiquement, « adapter » revient à ajuster ; en effet, sa base latine *apere* (lier), dont le participe passé *aptus* (apte) est lié à la locution *ad* (vers), donne le verbe *adaptare* qui peut se traduire par « ajuster à » (Rey, 2012). Selon Vidal de la Blache, l'adaptation représente une économie d'efforts qui permet à chaque être « l'accomplissement paisible et régulier de ses fonctions » (Vidal de la Blache, 1922).

Aujourd'hui pluridisciplinaire, le concept d'adaptation a d'abord été employé en biologie, vu sous l'angle de l'évolution des êtres vivants en rapport avec leur environnement et la manière dont ceux-ci répondent et s'adaptent à sa configuration (Laborit, 1985). L'adaptation a ensuite été utilisée par l'école française de géographie comme un concept permettant de rapporter les configurations d'une société à celles de son environnement (Lévy et Lussault, 2013). Cette vision déterministe devait permettre une vision prédictive des coutumes d'un peuple en fonction de son environnement.

La psychologie a également développé son concept d'adaptation, en partant des bases posées par la biologie. Elle est alors vue comme un moyen pour un individu de modifier son comportement et sa structure afin de les harmoniser avec des situations nouvelles (Trudel *et al.*, 2001). L'adaptation n'a plus ici de visée prédictive : elle est l'ensemble des moyens mis en œuvre par un individu pour répondre à une situation, nouvelle ou préalablement existante.

En anthropologie, même s'il est peu défini dans les ouvrages français (Simonet, 2009), le concept d'adaptation est compris comme un processus par lequel un individu ou une population effectuent des ajustements qui facilitent ou assurent leur succès reproducteur, et donc leur survie dans leur environnement (Bates, 2004). Dans cette définition, l'auteur insiste sur le fait que le succès ou l'échec des réponses adaptatives n'est mesurable que sur le long terme et que ces stratégies, par leur essence même, ne sont pas prédictibles.

La sociologie quant à elle utilise peu la notion d'adaptation, si ce n'est pour parler « d'adaptation sociale », qui permet à un individu de s'intégrer à un groupe en modifiant son comportement pour en acquérir les codes et créer un sentiment d'appartenance à ce groupe (Boudon, 2002). Dans une veine plus systémique, E. Morin a mis en relation les dynamiques de

l'anthropologie sociale avec les sciences de la nature pour faire émerger un système complexe dans lequel l'adaptation est le processus primordial par lequel « un système complexe accroît sa complexité en diminuant ses contraintes » (Morin, 1980). L'adaptation est alors un principe d'organisation entre les parties d'un système, ses membres s'adaptant pour assimiler une nouveauté dans le système, dans l'objectif final de réaliser ses buts. Cette définition est reprise dans la sociologie des organisations sociales en postulant que « *face à un changement, il existe des organisations résistantes à l'adaptation qui, pour éviter de disparaitre, doivent pourtant se transformer en acceptant un changement graduel et permanent plutôt que subit et brutal* » (Simonet, 2009).

En géographie, la pensée vidalienne voyait l'adaptation entre l'homme et son milieu comme complexe, où l'homme « transforme ce qui le transforme » (Vidal de la Blache, 1922). L'école de géographie de Chicago emprunte le concept à l'écologie en 1920 en insistant sur la notion d'ajustement. L'adaptation est un ajustement de l'homme à son environnement et non à l'influence de son environnement ; il est le fruit de choix délibérés permettant de se soustraire aux contraintes du milieu (Simonet, 2009). La distinction doit cependant être faite aujourd'hui entre les termes « ajustement », qui est la réponse occasionnelle d'un individu à des événements ponctuels, et « adaptation », qui reflète une évolution de long terme visant à réduire les vulnérabilités des systèmes sociaux soumis à une crise (Simonet, 2015).

Pour résumer, **le concept d'adaptation tel qu'il sera entendu dans ce travail peut être défini comme un processus intervenant dans un système complexe sujet-environnement** (Godard, 2010), **qui a pour but de réduire les vulnérabilités de ce système face à une crise en lui permettant de trouver un nouvel équilibre**. Ce processus ne peut pas être préexistant à la crise. La réussite du processus d'adaptation dépend de l'orientation des changements qui dépend à son tour de la plasticité du système, c'est-à-dire de l'éventail des réponses disponibles. Celles-ci sont soumises à la créativité du sujet et à la capacité qu'il a à produire des réponses innovantes qui doivent être intégrées par le système et permettre un retour à un état d'équilibre. La perception de l'environnement par le sujet est alors primordiale pour que celui-ci puisse intégrer les changements qui y ont cours et y répondre plus rapidement. La vitesse du processus d'adaptation doit être plus rapide que celle des changements dus à la crise, sous peine d'un risque de rupture. Le retour à l'équilibre dans le système est mesuré par la survie de celui-ci ; la capacité qu'il a à retrouver cet équilibre même lors de crises fortes est qualifiée de « résilience » (Baud *et al.*, 2013).

Même si l'adaptation a longtemps été vue d'un point de vue biologique ou historique dans les sciences, elle est aujourd'hui devenue l'une des deux stratégies centrales de la lutte contre le changement climatique (Lévy et Lussault, 2013). Si les rapports du GIEC, les discours politiques ainsi que la majorité des actions entreprises par les pouvoirs publics se sont longtemps concentrés sur l'atténuation du changement climatique, la préoccupation est aujourd'hui

l'adaptation (Garcia, 2015), comme en témoigne sa place dans le cinquième rapport du GIEC (Simonet, 2015) et son importance pour le deuxième groupe de travail du sixième rapport.

Si pour Damian (2007) l'un des enjeux de la montée en importance du besoin d'adaptation au changement climatique était de se faire en complément des politiques d'atténuation. Pour Godard (2010), cette augmentation de l'importance de l'adaptation représente plus une dynamique de renonciation et de résignation face à l'objectif des 2°C qu'à une prise en compte croisée de l'adaptation et de l'atténuation. Mais d'autres chercheurs considèrent que même si l'adaptation a pris une place plus importante, notamment depuis les Accords de Paris en 2015 (Damian *et al.*, 2015), les efforts d'atténuation restent les plus mobilisateurs (Laville *et al.*, 2017). Après la publication du sixième rapport du groupe 1 du GIEC (IPCC, 2021), il semble qu'il faille aujourd'hui considérer l'adaptation au changement climatique à la fois comme un processus visant à s'ajuster aux conséquences du changement climatique lui-même, mais également aux conséquences sociétales des politiques de réduction des émissions de GES.

Quoi qu'il en soit, l'adaptation concerne aujourd'hui tous les acteurs, à toutes les échelles et dans tous les secteurs. Le rôle des sciences sociales dans les études sur l'adaptation au changement climatique viserait la réduction de la vulnérabilité d'un système en identifiant les agents vulnérables (Kaskitalo *et al.*, 2015). L'objectif est alors de mettre en lumière les stratégies d'adaptation, leur évaluation permettant de mesurer la résilience du système.

### *Système touristique et résilience*

Le concept de résilience est apparu en physique où il désigne « la capacité d'un objet à retrouver son état initial après un choc ou une pression continue » (Mathieu, 1991). Il est rapidement mobilisé dans les études de psychologie avant d'investir le domaine de l'écologie où il qualifie un écosystème capable d'absorber une perturbation sans modifier sa structure qualitative (Dauphiné & Provitolo, 2007). C'est seulement à la fin du XXe siècle que le concept fait son entrée en sociologie ainsi qu'en géographie (Alexander, 2013).

La notion de système complexe est nécessaire pour développer le concept de résilience. Contrairement à l'idée traditionnelle qui conçoit qu'un système résilient est un système qui se maintient malgré une perturbation, c'est-à-dire qu'il est considéré comme stable quand il retourne rapidement vers son point d'équilibre (Aschan-Leygonie, 2000), l'approche proposée par Holling (1973) permet de penser la résilience d'un système sans que cela ne nécessite un retour à l'équilibre. Dans sa proposition, le retour du système à son point d'équilibre après une perturbation est considéré comme de la résistance (Aschan-Leygonie, 2000) ; la résilience est une réaction créatrice qui mène le système à réaliser des changements et ajustements dans le but de conserver sa trajectoire (Holling, 1973). Aschan-Leygonie (2000) propose la notion de domaine

d'attraction afin d'illustrer ce propos : un système peut fluctuer au sein de ce domaine en tendant vers l'attracteur qu'il n'atteindra jamais. Ainsi, il peut subir des transformations sans changer de structure qualitative. S'il sort de son domaine d'attraction, alors il change de structure qualitative et n'est plus considéré comme résilient (Figure 27).

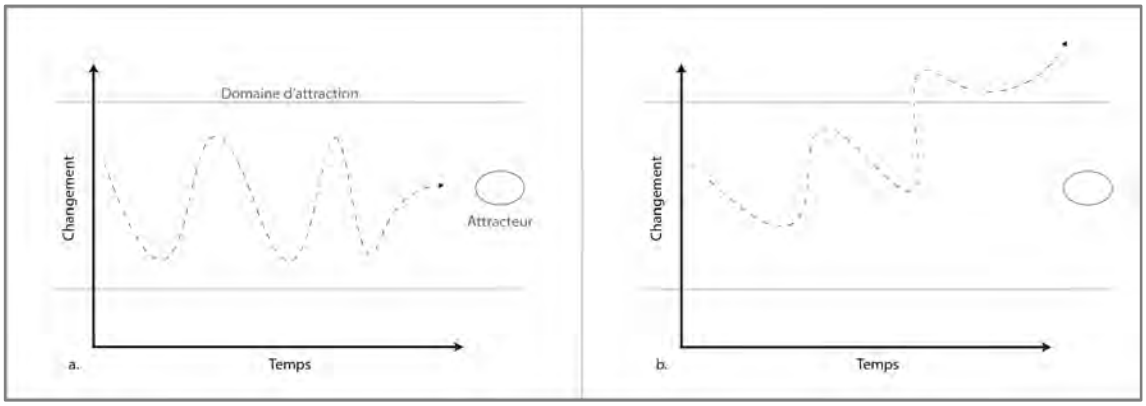



*Figure 27. Trajectoire d'un système (pointillé) au sein de son domaine d'attraction. Soit il tend vers son attracteur tout en restant dans son domaine malgré les changements (a.), il est alors dit résilient ; soit les changements l'entraînent en dehors de son domaine d'attraction (b.), il change de structure qualitative et n'est plus résilient.*

Les systèmes touristiques sont par nature des systèmes en déséquilibre (Lemelin *et al.*, 2012). Pour le concept de cycle de vie des destinations touristiques, le système suit plusieurs phases d'évolution avant de décliner (Butler, 1980). Interprété autour du concept de résilience, on peut dire que sa trajectoire subit de nombreux changements, n'est jamais à l'équilibre, mais reste dans son domaine d'attraction jusqu'au déclin où il en sort. Ce modèle d'analyse linéaire a été repris afin de mieux penser les destinations touristiques comme des systèmes soumis à de nombreuses variations externes et indépendantes (Dawson *et al.*, 2007). Ce modèle reflète l'intérêt du concept d'adaptation pour penser la résilience des systèmes touristiques.

Le cycle d'adaptation des socio-écosystèmes proposé par Holling (2001) a fait l'objet de nombreuses applications dans le domaine du tourisme (Dawson *et al.*, 2007; Adams, 2010; Lemelin *et al.*, 2012). Les trajectoires des systèmes touristiques se déroulent en quatre phases distinctes : i) la phase de développement, où les ressources touristiques sont découvertes et mises en valeur avec ou sans la participation des résidents. La diversité socioéconomique est très élevée durant cette phase (Adams, 2010) ; ii) la phase de stabilité qui suit est une phase de faible changement, le système est en équilibre ; iii) la phase de libération, aussi appelée phase de destruction créatrice ( Lemelin *et al.*, 2012), se caractérise par l'émergence de nouvelles stratégies de gestion qui suit une période de perturbations (Holling, 2001) ; enfin, iv) la phase de réorganisation ouvre le système à une période de renouvellement où il abandonne ses dépendances et restrictions.

Diverses phases d'adaptation sont donc nécessaires pour organiser la résilience du système. Ce concept d'adaptation est aujourd'hui au centre des problématiques liées au changement climatique (Simonet, 2015). L'adaptation au changement climatique se définit comme l'ajustement d'un individu ou d'un groupe aux conséquences sensibles de perturbations d'origine climatique (Swart & Raes, 2007). L'adaptation permet de survivre à une menace (Adger, 2000) et peut donc être considérée comme augmentant la résistance d'un système ; mais elle peut aussi amener à une réorganisation et à la mise en place de nouveaux modèles de fonctionnement qui augmentent alors la résilience du système.

Si le tourisme est un secteur en perpétuelle adaptation (Scott *et al.*, 2009), les questionnements actuels autour des concepts de résilience et d'adaptation y sont nombreux (*e.g.,* Gwiazdzinski *et al.*, 2019). La haute montagne englacée est à ce titre un terrain de recherche particulièrement propice au vu de sa forte vulnérabilité climatique et des expériences d'adaptation qui y sont menées (McDowell *et al.*, 2019).

Les conséquences du changement climatique sur les territoires de montagne nécessitent une planification et une adaptation (Kaján & Saarinen, 2013). Par conséquent, de nombreuses recherches basées sur l'adaptation ont été menées au cours de la dernière décennie pour comprendre comment le système socio-écologique s'adapte aux effets du changement climatique (*e.g.,* Adger *et al.*, 2017; Felling, 2011; Hashemi *et al.*, 2017). La théorie de l'adaptation dans le cadre des systèmes socio-écologiques distingue trois types d'adaptation : réactive, incrémentale et transformative (Fedele *et al.*, 2019).

Les stratégies d'adaptation réactive ne conduisent pas à des changements profonds dans le système. Elles sont généralement mises en œuvre pour résister aux impacts du changement climatique et peuvent être considérées comme une stratégie menant au maintien du *statu quo* (Kates *et al.*, 2012). En d'autres termes, les stratégies d'adaptation réactives sont mises en œuvre lorsque les impacts sont faibles, lorsque les agents du système n'ont pas la possibilité de répondre d'une autre manière, ou lorsqu'ils ne reconnaissent pas la nécessité d'un changement (Fedele *et al.*, 2019).

Les stratégies d'adaptation incrémentale offrent la possibilité de poursuivre l'activité menacée en mettant en place des changements mineurs. Les stratégies incrémentales sont plus anticipatrices que celles réactives (Fedele *et al.*, 2019). Cependant, ce type de stratégie n'apporte que des changements limités, qui peuvent parfois augmenter la vulnérabilité du système. Le cas du tourisme glaciaire en Nouvelle-Zélande est à ce titre caractéristique et sera développé dans le chapitre suivant.

Le troisième type de stratégie d'adaptation est la stratégie transformative. Elle s'attaque aux racines des vulnérabilités en générant un changement radical dans le système opérationnel

(Fedele *et al.*, 2019). L'adaptation transformative est déployée pour retirer le système d'une trajectoire non durable en mettant en œuvre des changements systémiques qui aboutissent à un nouvel ordre du système (Adger *et al.*, 2011). Même si la stratégie transformative signifie un changement radical du système, elle peut résulter de la mise en œuvre d'une série d'adaptations incrémentales (Kates *et al.*, 2012).

### *Quelques exemples d'adaptations concernant le tourisme en montagne*

Sans aller jusqu'à faire un état des lieux des nombreuses stratégies d'adaptation mises en place par le secteur du tourisme pour répondre aux conséquences du changement climatique, il peut être pertinent d'expliciter quelques-unes des principales stratégies d'adaptation développées dans le cadre du ski et de l'alpinisme.

Dans le cas du ski, la principale stratégie d'adaptation actuellement mise en œuvre consiste à garantir les 100 journées d'opérabilité annuelle en développant la neige de culture (Spandre *et al.*, 2019; Steiger & Scott, 2020). Cette stratégie semble effectivement garantir l'opérabilité des stations de ski dans les Alpes européennes à moyen terme. Par exemple, la part de stations opérables en Autriche en 2050 selon le scénario RCP 8.5 passe de 52 % avec les capacités de neige de culture actuelles à 80 % avec une capacité accrue (Steiger & Scott, 2020). Dans le cas des Alpes et des Pyrénées françaises, entre 2030 et 2050, 21 à 31 % des remontées mécaniques actuelles resteraient opérable avec l'enneigement naturel contre 49 à 64 % avec l'enneigement artificiel (Spandre *et al.*, 2019). Cependant, à l'horizon 2100, seuls 31 % des stations autrichiennes (Steiger & Scott, 2020) et 28 % des remontées mécaniques françaises (Spandre *et al.*, 2019) resteraient opérables selon le scénario RCP 8.5. La neige de culture est l'investissement principal de stations de ski en termes d'adaptation aux effets du changement climatique (Berard-Chenu *et al.*, 2020). Peu d'études se sont penchées sur les autres adaptations possibles de ce secteur, comme Bonnemains et Clivaz (2019) qui ont discuté d'adaptations alternatives comme la diversification en termes d'activités ou en termes de temporalité ou encore d'autres auteurs qui se sont penchés sur les effets de ces diversifications (e.g., Gilani *et al.*, 2018; Zach *et al.*, 2021). D'une manière générale, on voit que l'enneigement artificiel est la stratégie d'adaptation dans laquelle les opérateurs investissent le plus (Berard-Chenu *et al.*, 2020). Cependant, même si elle permet, selon les modélisations présentées de continuer à opérer les stations de ski plus longtemps, elles restent des adaptations réactives (Fedele *et al.*, 2019) qui ne permettent de de garantir la soutenabilité des stations à long terme.

Dans le cas de l'alpinisme, les guides de haute montagne chamoniards et courmayeurins s'adaptent en augmentant leur réactivité et leur mobilité ainsi qu'en diversifiant leurs activités (Salim *et al.*, 2019). Dans l'enquête conduite auprès de l'ensemble des guides de haute montagne

français, Mourey *et al.* (2020) ont identifié cinq stratégies d'adaptation. La première consiste à changer la saisonnalité du travail, par exemple en privilégiant les courses de neige, plus impactées, au printemps et en réduisant leur part au mois d'août. La deuxième stratégie consiste à changer le type d'activité réalisée, par exemple en privilégiant les courses rocheuses ou l'encadrement de sortie en canyoning ou en escalade sportive. Une autre stratégie consiste à être plus réactif aux conditions en haute montagne. La quatrième consiste à changer d'espace de pratique en abandonnant par exemple certains itinéraires trop fréquentés. Enfin, la cinquième stratégie consiste en un changement de techniques, incluant le rééquipement de certaines voies ou la réduction du nombre de clients par cordée. Les stratégies d'adaptation mise en œuvre sont ici plus diversifiées que dans le cas du tourisme de ski. Ainsi, on peut observer des adaptations réactives, mais également des adaptations transitionnelles (changement d'espace de pratique), voire transformationnelles (encadrement de nouvelles activités).

### *Conclusion du Chapitre 4*

L'étude de la littérature scientifique montre que le tourisme d'une manière générale est impacté par le changement climatique et que les acteurs doivent développer des stratégies d'adaptation. Dans le cadre qui nous intéresse, on voit également que l'adaptation doit permettre au système touristique de s'ajuster à l'évolution de l'environnement. La mise en œuvre de stratégies d'adaptation successives devant permettre ou améliorer la résilience du système, c'est-à-dire de lui permettre de garder sa structure qualitative tout en réduisant sa vulnérabilité. Le nombre de ces stratégies reste relativement limité, surtout dans le cas du ski où l'enneigement artificiel reste privilégié. Il convient maintenant de s'intéresser au cas particulier du tourisme glaciaire. Pour ce faire, le chapitre suivant mettra en évidence, *via* une revue de littérature, les impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire et ses adaptations à l'échelle mondiale.

# Chapitre 5 – Impacts et adaptation des sites touristiques glaciaires à travers le monde face au changement climatique

L'objectif de ce chapitre est de montrer comment la recherche à l'échelle mondiale s'est emparée de la question des impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire et quelles stratégies d'adaptation ont été développées pour y répondre. Les éléments présentés dans ce chapitre sont issus d'un travail de revue de littérature qui a fait l'objet d'une publication (Salim *et al.*, 2021c). Si les éléments concernant les impacts du changement climatique et les adaptations des opérateurs ont été ici approfondis, ceux sur l'évolution de la recherche sur le tourisme glaciaire ne sont pas évoqués ici, mais peuvent être retrouvés dans l'Annexe A2 de ce manuscrit.

*« Deux revues de littérature importantes sur le tourisme glaciaire ont été réalisées. Welling et al. (2015) ont décrit l'état du champ de recherche en examinant 53 articles scientifiques et ont identifié trois thèmes centraux dans ces articles : la perception et la valeur des glaciers, les effets sociaux et écologiques du tourisme glaciaire et l'impact du changement climatique sur le tourisme glaciaire. Ils ont suggéré aux futurs chercheurs de concevoir un cadre conceptuel pour l'étude du tourisme glaciaire, d'étudier les motivations et les comportements des touristes glaciaires, et d'examiner à la fois l'impact du changement climatique sur le tourisme glaciaire et le développement de stratégies d'adaptation au changement climatique.*
*Plus récemment, la revue de Wang et Zhou (2019) a examiné l'impact du changement climatique sur le tourisme glaciaire, en référençant 42 articles, et a constaté que le changement climatique a des impacts esthétiques, culturels et expérientiels sur le tourisme glaciaire. Ils ont noté que la recherche dans le domaine a pris de l'ampleur depuis 2015, mais que la recherche sur les stratégies d'adaptation au changement climatique dans ce contexte est encore insuffisante. »*

(Salim *et al.*, 2021c)

## *5.1 – Les impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire dans le monde*

Avant de s'intéresser à l'impact du changement climatique sur le tourisme glaciaire dans les Alpes, il convient de comprendre comment la recherche s'est penchée sur le sujet et quels impacts ont d'ores et déjà été décrits et dans quels espaces.

### *Méthodologie de revue de littérature*

La méthode d'analyse systématique quantitative de la littérature décrite par Pickering et Byrne (2014) a été appliquée. Cette technique permet d'examiner et de sélectionner méthodiquement les articles liés au sujet, en utilisant la procédure PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* ; Moher *et al.*, 2009 ; Figure 28).

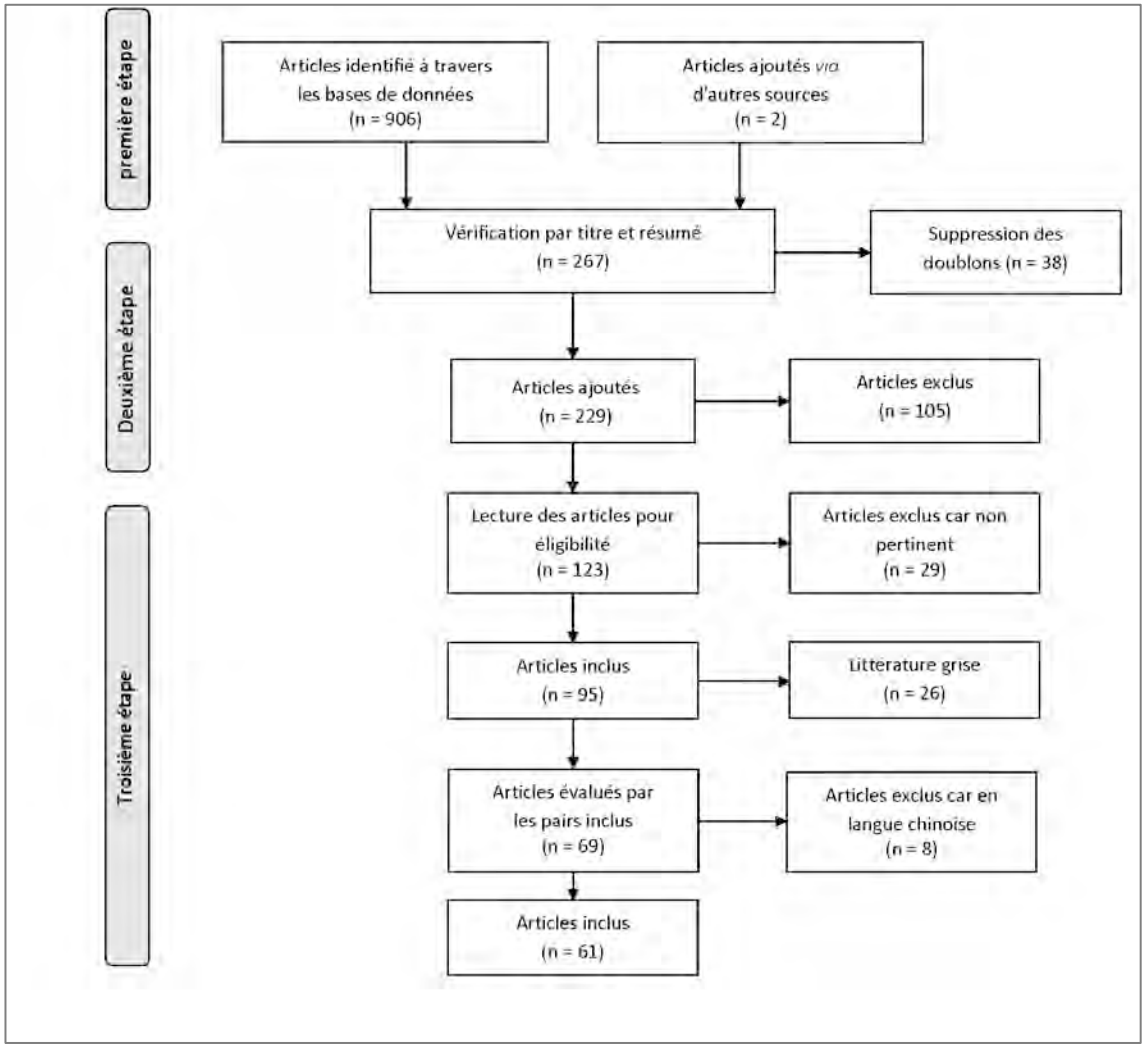



*Figure 28. Étapes de sélection des articles selon la procédure PRISMA. (Salim et al., 2021c, modifié)*

Tout d'abord, nous avons établi un ensemble de mots-clés pertinents en Anglais, notamment "*glacier tourism*", "*glacier tourist*", "*glacier recreation*", "*tourism*" ET "*glacier*", et "*geotourism*" ET "*glacier*". Nous avons ensuite saisi ces mots-clés dans six grandes bases de données scientifiques : Google Scholar, BASE, ScienceDirect, Leisure Tourism, Taylor & Francis Online, et le Directory of Open Access Journals (DOAJ). Nous avons recherché ces mots-clés dans les titres, les résumés et les textes des articles de ces bases de données. Notre recherche de juillet 2020 excluait les années de publication afin de montrer l'évolution de la relation entre le changement climatique et le tourisme glaciaire.

Ensuite, nous avons passé en revue les titres et les résumés de tous les articles sélectionnés (n = 267), et exclu les doublons et les articles qui n'étaient pas pertinents pour notre sujet (n = 143). Nous avons déterminé leur pertinence en posant la question suivante : "L'article traite-t-il d'une forme de tourisme liée à un glacier ou à son patrimoine ?" et inclus ceux qui y répondaient positivement.

Troisièmement, nous avons évalué l'admissibilité des 123 articles conformément à la procédure de Pickering *et al.* (2015) et avons extrait 95 articles valides. Nous avons ensuite utilisé les articles évalués par les pairs et les articles de conférence dans la synthèse, puis les thèses de doctorat, les mémoires de master, les chapitres de livre et les rapports de recherche comme "littérature grise" (n = 26) pour l'analyse qualitative, et enfin supprimé les articles écrits en chinois (n = 8) que nous ne pouvions pas lire. Nous avons donc exploité 61 articles évalués par des pairs et rédigés en anglais, français, allemand et polonais.

La première phase de l'analyse quantitative s'est concentrée sur ces questions : "Où et quand l'étude a-t-elle été menée ?", "Quel était le principal glacier évalué dans l'étude ?", "Quel type de méthode a été utilisé ?", "L'article traite-t-il de la gestion des opérateurs touristiques ?", "Quel était le principal objectif de la recherche ?", "L'article traite-t-il de l'impact du changement climatique ?" et "L'article traite-t-il des stratégies d'adaptation au changement climatique ?". Pour répondre à ces questions, l'ensemble des 61 articles a été saisi dans une base de données, puis analysé qualitativement et quantitativement par thème. Les thèmes non liés au tourisme glaciaire ont été exclus.

Sur ces 61 articles, 21 ont été publiés avant 2015. L'examen de Welling *et al.* (2015) jusqu'en 2015 comprenait 53 articles. Nous supposons que cette disparité est due à notre exclusion des rapports scientifiques et des chapitres de livre. À l'inverse, Wang & Zhou (2019) ont inclus 42 articles dans leur revue.

*Les impacts identifiés*

***La Nouvelle-Zélande***

La recherche sur le tourisme glaciaire en Nouvelle-Zélande comprend sept articles publiés dans des revues à comité de lecture. Seul le premier (Pearce, 1984) n'a aucun lien avec le changement climatique.

Les glaciers touristiques de Nouvelle-Zélande sont considérés comme les glaciers les plus accessibles au monde et l'une des principales attractions touristiques de la côte ouest (Stewart *et al.*, 2016). Par exemple, le front du glacier Fox est situé à environ 500 m d'altitude et est (était) facilement accessible depuis le parking. Selon Purdie (2013), 700 000 touristes visitent chaque année les glaciers de Nouvelle-Zélande, dont 300 000 pour le glacier Franz Joseph. Cela génère 100 millions de dollars néo-zélandais de revenus annuels (59 M€). Les activités les plus populaires proposées par les guides sont, par ordre décroissant : la randonnée d'une demi-journée ou d'une journée, *l'heli-hike* (randonnée assistée par hélicoptère) et l'escalade sur glace (Espiner & Becken, 2014; Purdie, 2013).

Le glacier Fox a perdu 700 m de longueur et 100-150 m d'épaisseur entre 2008 et 2014 (Purdie *et al.*, 2015). Le glacier Franz Joseph est également l'un des glaciers mondiaux dont le recul du front est le plus spectaculaire avec plus de 100 m par an (Espiner et Becken, 2014). Le retrait du glacier Tasman s'est accompagné de la formation d'un lac proglaciaire, dont la surface est passée de 1,65 km² en 1990 à 6,73 km² en 2011 (Purdie, 2013). En outre, les couvertures de débris supraglaciaires s'étendent rapidement : la superficie de celle du glacier Fox a augmenté de plus de 47 % entre 2008 et 2014 (Stewart *et al.*, 2016).

Dans ce double contexte de prééminence du tourisme et de recul généralisé des glaciers, des auteurs ont tenté de mieux comprendre la dynamique entre changements environnementaux et évolution du tourisme. Purdie (2013) a évalué comment le tourisme glaciaire en Nouvelle-Zélande fait face au changement climatique. Stewart *et al.* (2016) ont évalué la manière dont l'expérience des touristes est contrôlée par l'évolution du glacier. Espiner et Becken (2014) ont étudié le concept de résilience dans un système touristique en mutation. Purdie *et al.* (2015) ont évalué la question du risque. Enfin, la motivation des visiteurs a été analysée par Stewart *et al.* (2017) et Wilson *et al.* (2014).

Les auteurs ont utilisé principalement des méthodes qualitatives (n=4), comme des entretiens semi-directifs pour examiner l'opinion des parties prenantes, et des méthodes quantitatives (n=2) pour les visiteurs. Les changements d'accès au glacier et l'augmentation des risques sont les principaux problèmes pour le tourisme glaciaire en Nouvelle-Zélande (n=5). Au

glacier Fox, Purdie (2013) a montré que l'amincissement du glacier associé à une topographie complexe du lit augmente la difficulté d'accès au glacier pour les guides, alors que la facilité d'accès est l'une des principales raisons de sa popularité (Espiner et Becken, 2014). L'évolution de la morphologie du glacier supprime sa convexité et augmente la distance de propagation des chutes de pierres qui peuvent menacer les groupes de randonnée glaciaire (Purdie *et al.*, 2015). À l'inverse, un accès plus facile au glacier Franz Joseph augmente sa fréquentation, et les visiteurs peuvent avoir un sentiment de surfréquentation (Purdie, 2013). La dégradation du paysage est également évoquée (n=4). En raison de l'extension de la couverture de débris, les visiteurs perçoivent un "glacier sale" (Espiner et Becken, 2014 ; Stewart *et al.*, 2016). Stewart *et al.* (2016) ont interrogé 500 visiteurs des glaciers Fox et Franz Joseph dans le but de comprendre l'expérience des visiteurs face au changement climatique. Parmi eux, 50 % s'attendaient à ce que le glacier soit plus grand, 45 % "plus propre" et 35 % "plus spectaculaire". Ces évolutions ont été perçues comme une menace pour le tourisme glaciaire, notamment en raison de la dégradation des paysages (Purdie, 2013 ; Stewart *et al.*, 2016).

Pour les visiteurs du parc national *Tai Poutini*, la principale motivation est le glacier (Wilson *et al.*, 2014). Selon Stewart *et al.* (2016), 61 % des 500 visiteurs du glacier interrogés ont déclaré que voir le glacier est "très important" et 46 % ont indiqué qu'ils ne visiteraient pas le site sans la présence du glacier. Ces résultats montrent que le flux touristique dans la région des glaciers de Nouvelle-Zélande pourrait diminuer en même temps que les glaciers. Mais le tourisme de la dernière chance – les visiteurs viennent voir le glacier avant qu'il ne disparaisse – pourrait (au moins momentanément) augmenter les visites des glaciers et être considéré comme une opportunité par les parties prenantes (Purdie *et al.*, 2015 ; Stewart *et al.*, 2016). Cette nouvelle motivation touristique est soulignée par Wilson *et al.* (2014) et confirmée plus récemment par Stewart *et al.* (2017) pour les glaciers Fox et Franz Joseph.

***Chine***

Depuis 2006, dix articles traitent du tourisme glaciaire en Chine, mais nous en avons exclu quatre, car rédigés en chinois. Les six articles restants ont été publiés entre 2006 et 2019 et trois d'entre eux ont évalué l'impact du changement climatique sur la ressource touristique. Les méthodes utilisées sont qualitatives (n=2), quantitatives (n=3) et la revue de littérature (n=1). Les trois articles quantitatifs ont évalué les perceptions des touristes, les autres le développement du tourisme et les impacts des activités touristiques sur les changements glaciaires.

Le glacier Bogda est le premier site étudié en raison de sa proximité avec Urumqi, une ville très touristique visitée par plus de quatre millions de touristes par an (Liu *et al.*, 2006) et

capitale de la région autonome du Xinjiang. Le pic Bogda (5 445 m d'altitude) est un sommet majeur pour les alpinistes, symbole de la chaîne des Tianshan (Liu *et al.*, 2006). Les auteurs ont souligné la menace du développement du tourisme sur les écosystèmes et ont fourni quelques propositions pour un développement durable du tourisme. À Lijiang, le glacier de la montagne Yulong accueille plus de 1,7 million de visiteurs par an (Yuan *et al.*, 2006). Dans cette région, la température moyenne annuelle a augmenté d'environ 1,7 °C entre 1999 et 2008 (Wang *et al.*, 2010). Par conséquent, entre 1998 et 2002, la longueur du glacier a perdu plus de 100 m et il disparaîtra complètement d'ici 2050 (Yuan *et al.*, 2006). Les auteurs ont interrogé 710 touristes et ont reçu 647 réponses sur les raisons de leur visite à Lijiang et leur intérêt pour le glacier ; ces résultats montrent que 57 % d'entre eux visiteraient Lijiang même s'il n'y avait pas de glacier à voir, mais 75 % étaient intéressés par les glaciers. La disparition du glacier pourrait réduire le nombre de touristes annuels de 19 % (répondant « non » à a question de savoir s'ils seraient venus sans glacier à voir) à 43 % (incluant les répondants « incertains »).

Wang *et al.* (2010) ont étudié l'évolution et les mesures d'adaptation du tourisme au glacier Baishui n° 1 à Lijiang, classé "Parc géologique national des glaciers". La fréquentation touristique du glacier a augmenté rapidement avec 640 000 visiteurs en 1995, 1,9 million en 2008 et 3,65 millions en 2016 (Yuan & Wang, 2018). Cependant, entre 1982 et 2008, la surface dans le secteur frontal du glacier s'est abaissée d'environ 210 m tandis que la longueur du glacier a diminué de 840 m (Wang *et al.*, 2010). Cette rétraction du glacier diminue sa valeur esthétique et réduit le potentiel de sa ressource touristique (Wang *et al.*, 2017; Yuan *et al.*, 2006).

Wang *et al.* (2017) explorent l'impact du changement climatique sur le plateau Qinghai-Tibétain (QTP). Ils montrent que le tourisme glaciaire dans le QTP est très populaire avec beaucoup d'activités comme la marche, le vol au-dessus ou l'escalade sur les glaciers. Les glaciers étant la principale raison de visiter le QTP, leur rétraction actuelle peut réduire la facilité d'accès à leur surface et augmenter les risques dus à l'évolution de leur morphologie, aux chutes de pierres ou aux crevasses (Wang *et al.*, 2017).

Plus récemment, Wang *et al.* (2019) ont calculé "l'empreinte thermique du tourisme" des visiteurs de la montagne des neiges de Yulong et Hailuogou et montré qu'elle avait augmenté entre 1990 et 2017. Ainsi, selon cette étude, le tourisme glaciaire a un impact direct sur la fonte des glaciers.

***Le Canada***

Le Canada est représenté par 3 articles qui traitent principalement du glacier Athabasca. Les méthodes utilisées étaient uniquement quantitatives et n'évaluaient que les touristes.

Le glacier Athabasca, situé dans le parc national Jasper, est le plus long glacier du Canada (Groulx *et al.*, 2016b). C'est un lieu privilégié pour le tourisme lié aux glaciers avec plus d'un million de visiteurs par an (Lemieux *et al.*, 2018). Les activités touristiques sont la randonnée pour voir le glacier, l'observation depuis un point de vue avec restaurant, et l'utilisation du bus "*Glacier Explorer*" pour prendre pied sur le glacier. Depuis la fin du PAG (années 1850), le glacier Athabasca a perdu en moyenne 50 % de son épaisseur et son front a reculé de 1,5 km (Groulx *et al.*, 2016b) ; il pourrait disparaître en 2100 (Lemieux *et al.*, 2018). La principale conséquence de ce recul est la nécessité de construire une nouvelle route pour le *'Glacier Explorer'*, et de nouveaux chemins pour la randonnée (Goulx *et al.*, 2016).

Groulx *et al.* (2016b) ont évalué la manière dont les visiteurs apprécieront le futur paysage en fonction des changements environnementaux et comment cela influencera leur comportement et leurs motivations. Lemieux *et al.* (2018) approfondissent la question de la motivation pour savoir si une forme de *Last Chance Tourism* (LCT) peut être engagée par les visiteurs du glacier d'Athabasca, incités par la communication marketing. Dans leur enquête auprès des visiteurs du glacier, Groulx *et al.* (2016b) utilisent une méthode de "*climate futurescapes*" qui consiste en une représentation du paysage tel qu'il serait en 2050, selon les données scientifiques, avec et sans adaptation par les gestionnaires : nouvelles routes, aménagement de sentiers de randonnée, valorisation touristique des lacs proglaciaires, et développement de la randonnée assistée par hélicoptère. Ainsi, 92 % des 252 visiteurs interrogés sont d'accord avec le fait que le changement climatique existe et que le glacier disparaîtra dans près de 80 ans. En revanche, près de 23 % des visiteurs déclarent qu'ils ne seraient pas venus si le paysage était celui de 2050, et 40 % avec le paysage comprenant les adaptations prévues. Lemieux *et al.* (2018) ont interrogé 399 visiteurs du glacier sur leur motivation à le visiter. Comme en Nouvelle-Zélande (Stewart *et al.*, 2016), une première catégorie de motivation est liée au LCT avec un bon score pour certaines propositions comme « Voir une caractéristique iconique qui pourrait disparaître du parc dans le futur » ou « Se sentir connecté à un environnement qui pourrait ne plus exister dans le futur » (Lemieux *et al.*, 2018). Voir l'environnement est la deuxième catégorie de motivation, avec des propositions comme "se sentir connecté à la nature" ou "faire l'expérience du calme naturel" (Lemieux *et al.*, 2018). La dernière catégorie correspond à ce que les auteurs appellent le « *storytelling* » (comme le partage sur les réseaux sociaux par exemple).

En ce qui concerne la motivation du LCT, les visiteurs voient les glaciers de montagne comme des éléments qui vont bientôt disparaître et veulent donc les voir avant que cela n'arrive (Lemieux *et al.*, 2018). Cette motivation comprend également un désir d'apprendre sur les glaciers, le changement climatique et la façon dont l'être humain entraîne des changements environnementaux. Pour Lemieux *et al.* (2018), cela peut être une opportunité pour développer

l'éducation et la promotion de manière à développer une conscience citoyenne. Cependant, les auteurs ont souligné le paradoxe selon lequel la fréquentation accrue d'un lieu vulnérable du fait du LCT peut être une menace pour sa conservation, qui nécessite une concertation avec les gestionnaires de parcs.

Pour aller plus loin dans l'étude du phénomène du LCT, Groulx et al, (2019) se sont interrogés sur le rôle de la compensation carbone dans ce contexte touristique. Ils ont étudié la volonté des visiteurs de deux sites touristiques canadiens emblématiques du LCT : Churchill pour l'observation des ours polaires et le Parc National de Jasper pour le glacier d'Athabasca. La collecte de 694 réponses à un questionnaire quantitatif a montré que la majorité des visiteurs ne sont pas disposés à acheter une compensation carbone malgré leur attachement au site et leur sensibilisation au changement climatique. Ces questions seront traitées plus largement dans les Parties 3 et 4 de ce manuscrit.

***La Norvège***

Furunes & Mykletun (2012) ont utilisé une méthode qualitative pour évaluer le développement du tourisme lié aux glaciers en Norvège et la façon dont les parties prenantes traitent réellement le changement climatique. Demiroglu *et al.* (2018) ont évalué la façon dont les skieurs d'été sur les glaciers sont conscients du changement climatique et comment il peut conduire à l'évolution de leur pratique.

Selon Furunes et Mykletun (2012), le tourisme glaciaire est une activité importante en Norvège, dont le plus vaste des 1 627 glaciers est le Jostedalsbreen (487 km²). Ils sont utilisés pour des randonnées ou des ascensions guidées, avec environ 300 000 visiteurs par an pour le glacier Briskal par exemple. Les auteurs considèrent qu'il y a tourisme sur glacier uniquement lorsque des activités commerciales y ont lieu. De 2003 à 2009, le nombre de visiteurs liés à une activité commerciale de tourisme glaciaire en Norvège a diminué de 31 947 à 19 700. Deux raisons peuvent expliquer cela : le recul des glaciers rend leur accès plus difficile et long, les guides y passent plus de temps et les clients peuvent être découragés par l'engagement physique nécessaire ; d'autre part, le risque augmente, alors que pour les compagnies de guides, l'activité sur le glacier doit être facile et sûre pour les clients. Les auteurs ont interrogé 17 guides de sociétés commerciales : en 2003, dix d'entre eux n'étaient pas concernés par le changement climatique, contre huit en 2009. La non-perception du changement climatique peut expliquer que les acteurs ne développent pas de stratégies d'adaptation. Inversement, la fonte des glaciers dans les Alpes peut être considérée comme une opportunité par les acteurs du tourisme glaciaire en Norvège (Furunes et Mykletun, 2012).

Demiroglu *et al.* (2018) ont montré que le ski d'été sur glacier est également menacé, et Falk (2016) a souligné que le nombre de skieurs d'été sur glacier est partout en stagnation. En Norvège, seules 3 stations proposent encore du ski d'été sur glacier. La rétraction des glaciers augmente le nombre de crevasses et les risques d'éboulement, mais le prix des remontées mécaniques et les motivations des touristes peuvent être d'autres facteurs qui expliquent la baisse de fréquentation (Demiroglu *et al.*, 2018). Ainsi, 86 % des 224 skieurs d'été sur glacier interrogés sont domestiques et des hommes, 67 % pratiquent le ski d'été pour les loisirs et 33 % pour l'entraînement. 73 % sont des skieurs avancés ou experts, skiant 52 jours par an en moyenne (Demiroglu *et al.*, 2018). Leur première motivation est l'état de la neige, suivie par la disponibilité de temps libre comme le souligne également Falk (2016), la camaraderie et le prix des skipass (Demiroglu *et al.*, 2018). Ces résultats sont cohérents avec d'autres études montrant que les motivations du ski d'été sur glaciers sont contrôlées par la qualité et la quantité de neige, mais aussi par le prix et les conditions de prévision (Falk, 2016; Mayer *et al.*, 2018). Parmi les visiteurs interrogés, 68 % affirment qu'ils voient déjà les conséquences du changement climatique sur le ski d'été sur glacier, mais seuls 37 % pensent qu'elles sont dues aux activités humaines et 43 % qu'elles sont combinées à des phénomènes naturels (Demiroglu *et al.*, 2018).

***Le reste du Monde***

En Italie, Diolaiuti & Smiraglia (2010) ont étudié les évolutions du paysage et leurs conséquences sur le tourisme au glacier de Forni dans le Parc national du Stelvio, et dans le bassin glaciaire du Val Viola, un géomorphosite menacé par le retrait glaciaire, tandis que Garavaglia *et al.* (2012) ont évalué la perception paysagère des touristes au glacier Forni. En France, Moreau (2010) a interrogé les évolutions du paysage au glacier des Évettes et leur perception par les touristes à travers la valeur esthétique des milieux morainiques.

Le glacier Forni a perdu 36 % de sa superficie entre 1860 et 2007 (Garavaglia *et al.*, 2012). La végétation a colonisé la zone récemment déglacée tandis que les débris rocheux sont de plus en plus présents sur le glacier et que des affleurements rocheux apparaissent (Diolaiuti et Smiraglia, 2010). Au front, une grotte de glace naturelle et un lac proglaciaire sont devenus de nouvelles attractions touristiques. Garavaglia *et al.* (2012) ont interrogé 163 visiteurs à deux endroits différents : la cabane Forni (2194 m d'altitude), accessible en voiture et offrant une vue sur le bassin désenglacé, et la cabane Branca (2493 m d'altitude) accessible par 1h de marche avec une vue sur le glacier. Les résultats montrent que, parmi les visiteurs interrogés, 61 % de ceux du refuge Forni et 66 % de ceux du refuge Branca connaissent le terme "moraine", mais seulement 14 % des visiteurs du refuge Forni peuvent en donner une définition correcte, contre 50 % pour le refuge Branca. Seuls 9 % des visiteurs répondant du refuge Forni et 10 % de ceux du refuge

Branca connaissent la signification du terme "marge proglaciaire". Pour Garavaglia *et al.* (2012), la perception du paysage par les visiteurs est clairement influencée par les médias de masse qui utilisent largement le terme "moraine". Plus les visiteurs sont éloignés du parking et des éléments anthropiques du paysage, plus ils fournissent des explications détaillées sur les processus glaciaires. Les auteurs en concluent que la compréhension du paysage est une clé pour préparer les visiteurs à l'avenir du glacier.

Accessible en 2h de randonnée, le bassin glaciaire des Évettes est aujourd'hui largement déglacé avec plus de 2 000 m de recul du front depuis 1860 (Moreau, 2010). Le paysage est principalement composé de moraines de couleur grise. Pour 90 % des 128 visiteurs interrogés, les glaciers sont le premier élément caractéristique de la haute montagne, et 80 % sont conscients de leur recul. 55 % des visiteurs peuvent identifier les zones déglacées et 30 % d'entre eux connaissent le terme "roche moutonnée". Cayla (2009), Garavaglia *et al.* (2012) et Moreau (2010) proposent de développer des sentiers d'interprétation ou d'autres attractions géotouristiques afin de développer les connaissances sur les marges proglaciaires, mais aussi de considérer le paysage morainique comme un patrimoine à protéger.

L'alpinisme est également une activité menacée par le retrait glaciaire. L'accès à des refuges dans les bassins glaciaires ou le trekking sur les glaciers sont ici considérés comme des formes de tourisme glaciaire. Les travaux de Mourey et Ravanel (2017) et Mourey *et al.* (2019b), présenté dans le Chapitre précédent sont également illustratifs de cette dynamique. Ces changements ont des conséquences pour les professionnels et notamment pour les guides de montagne qui rencontrent de plus en plus de difficultés pour pratiquer les activités sur glacier (Salim *et al.*, 2019). Watson & King (2018) ont évalué l'implication du recul des glaciers sur les activités de trekking et d'alpinisme autour du Mont Everest (Népal), qui sont essentielles pour l'économie locale. L'accès au glacier du Khumbu devient plus difficile, notamment en raison de l'augmentation des lacs supraglaciaires, et un itinéraire alternatif probablement menacé depuis 2020. Les auteurs préconisent de développer des collaborations entre alpinistes et scientifiques locaux et internationaux.

Chacaltaya, dans la Cordillera Real (Bolivie), était la station de ski la plus haute du monde (5 421 m), où les visiteurs venaient également voir le glacier éponyme (Kaenzig *et al.*, 2016). Elle semble être le seul site touristique glaciaire au monde où l'attraction principale a totalement disparu (depuis 2009). Les auteurs ont réalisé 25 entretiens semi-directifs avec des responsables d'agences de voyages nationales et internationales, des guides de montagne, des gérants de refuge et des experts du tourisme au sujet des stratégies d'adaptation face à la disparition des glaciers. Ils montrent que le ski est toujours un élément promotionnel, car considéré comme exotique pour les Andes. Mais certaines agences de voyages ont supprimé le site de leur programme, car elles préfèrent « montrer ce qui est beau plutôt que ce qui s'effondre » (Kaenzig *et al.*, 2016). Comme

Chacaltaya est un sommet de plus de 5 400 m facilement accessible, avec un panorama et de la neige en hiver appréciés des Brésiliens, les acteurs proposent de développer un centre d'entraînement pour les athlètes ou un musée des glaciers ; ils pensent que le site pourrait attirer des touristes pour voir un endroit où l'effondrement s'est produit (Kaenzig *et al.*, 2016).

Les lacs proglaciaires récemment formés dans les Alpes européennes (Cathala *et al.*, 2021) peuvent devenir une opportunité, car ce sont de bons attracteurs touristiques ; ils peuvent également constituer de nouvelles opportunités pour l'hydroélectricité. Mais ils peuvent aussi devenir une nouvelle menace, notamment parce que des écroulements rocheux liés au réchauffement du permafrost peuvent y déclencher des vagues destructrices (Haeberli *et al.*, 2016) ; ils peuvent aussi augmenter les difficultés pour atteindre le glacier, comme sur la principale voie d'ascension du Mont Everest (Watson et King, 2018).

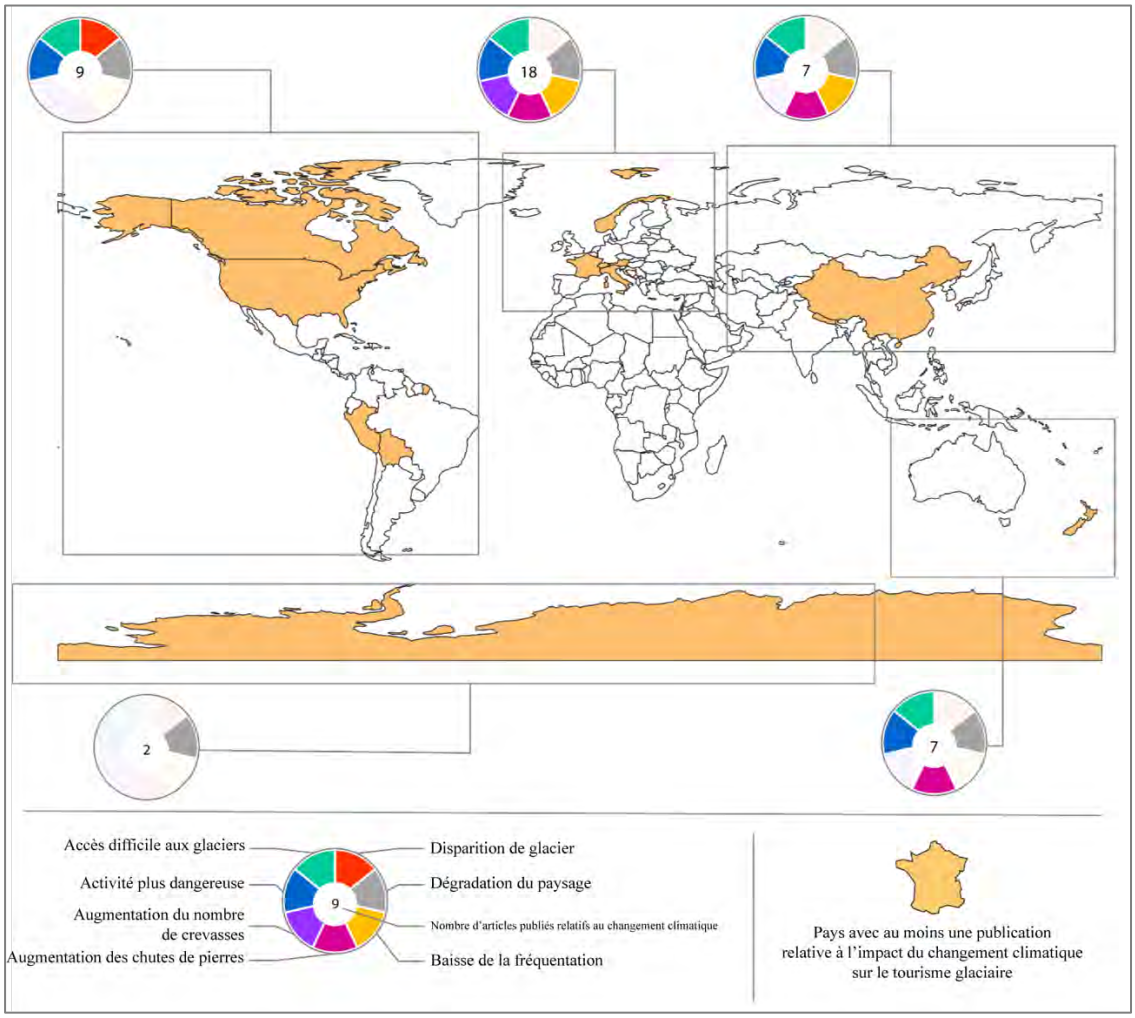



*Figure 29. Spatialisation des articles et des différents impacts observés du changement climatique sur le tourisme glaciaire (Salim et al., 2021c).*

L'analyse de la littérature (Figure 29) montre que le tourisme glaciaire au niveau mondial est impacté par divers processus liés au changement climatique, glaciaires, périglaciaires et

paraglaciaires. L'augmentation de la difficulté d'accès aux glaciers intervient dans la majorité des cas, l'évolution du glacier, le réchauffement du permafrost et la déstabilisation des moraines menacent certaines activités, notamment du fait des chutes de pierres. Dans le cas du ski d'été sur glacier, l'augmentation du nombre de crevasses en complique l'exploitation. Un paysage perçu comme se dégradant esthétiquement est considéré comme une menace pour certains sites. Ces éléments entraînent parfois une réduction de la fréquentation. Les conséquences du changement climatique sur le tourisme glaciaire interrogent donc l'adaptation éventuelle de ces sites, un enjeu majeur qui constitue l'objet de la deuxième section de ce chapitre.

## *5.2 – Adaptation du tourisme glaciaire à travers le monde*

### *Des adaptations proposées*

Si les articles intégrés dans la revue de littérature ont largement questionné les impacts du changement climatique sur les sites touristiques glaciaires, ils sont moins nombreux à avoir investigué les stratégies d'adaptation développées. Seuls 30 des 61 articles évoquent les questions d'adaptation, dont dix développent des propositions d'adaptation. Naald (2019) propose de développer les méthodes de couverture des glaciers, Wang *et al.* (2020) l'enneigement artificiel et la manipulation météorologique pour améliorer l'enneigement sur le glacier. Parallèlement et comme proposé également par Diolaiuti & Smiraglia (2010) et Wang *et al.* (2010), ils proposent de rénover les sentiers existants et d'améliorer la protection du glacier en en limitant l'accès. D'autres envisagent des adaptations d'accessibilité comme la randonnée assistée par hélicoptère ou la création de nouveaux sentiers et infrastructures touristiques (Wang *et al.*, 2017; Weber *et al.*, 2019). Enfin, d'autres auteurs conseillent de se préparer d'ores et déjà à un monde sans glace (Lemieux *et al.*, 2018).

### *Des adaptations mises en œuvre*

Vingt articles s'intéressent à des stratégies d'adaptation déjà mises en place. Le territoire le plus étudié est celui de la Nouvelle-Zélande. Dans le Parc National Aoraki-Mont-Cook, le lac proglaciaire du Tasman Glacier (Figure 30) a rapidement été approprié par les acteurs du tourisme pour des excursions en zodiac (Purdie, 2013). Cette nouvelle activité a connu une croissance rapide avec 25 000 visiteurs par an en 2013 ; elle montre la possibilité de substituer une autre expérience à celle des glaciers (Purdie *et al.*, 2020; Stewart *et al.*, 2016).

*Figure 30. Le glacier du Tasman (Nouvelle-Zélande) et son lac proglaciaire. Février 2020 – E. Salim*

Pour faire face aux impacts du changement climatique et particulièrement aux difficultés d'accès, les compagnies de guides ont développé la randonnée assistée par hélicoptère (Espiner & Becken, 2014 ; Purdie, 2013 ; Purdie *et al.*, 2015 ; Salim, 2020). Les touristes atterrissent plus haut sur le glacier, là où la glace reste blanche (Stewart *et al.*, 2016). Ailleurs, la question du risque, notamment pour les randonnées guidées, est gérée par une relation entre les compagnies de guides et le *Department of Conservation* (DoC). Beaucoup de reconnaissances aériennes ont été faites pour trouver l'itinéraire le plus sûr pour les groupes (Purdie, 2013). Stewart *et al.* (2016) supposent qu'une adaptation réussie des acteurs du tourisme glaciaire doit permettre de maintenir l'accès au glacier et un haut niveau de satisfaction des visiteurs. Cependant, Espiner et Becken (2014) affirment que cette niche touristique est vulnérable à différentes menaces. D'une part, le coût de l'énergie est un facteur déterminant pour le tourisme en Nouvelle-Zélande, et la randonnée assistée par hélicoptère développe une vulnérabilité accrue au coût du carburant – et aux prévisions météorologiques (Stewart *et al.*, 2016) ; elle est également rendue plus vulnérable par un nombre de clients réduit du fait d'un tarif multiplié par cinq (Salim, 2020). D'autre part, la région du sud-ouest est vulnérable en raison d'un seul accès autoroutier qui est exposé aux risques naturels (Espiner et Becken, 2014). Même si les auteurs s'accordent sur la grande capacité d'adaptation des acteurs du tourisme glaciaire en Nouvelle-Zélande (Purdie, 2013 ; Espiner et Becken, 2014 ; Purdie *et al.*, 2015), Stewart *et al.* (2016) soulignent que les stratégies d'adaptation déjà

développées (randonnée assistée par hélicoptère, voyage en bateau, modification d'itinéraire) ne sont qu'un moyen de maintenir le statu quo, au lieu d'être proactif. De plus, l'augmentation du nombre de rotations d'hélicoptères, qui s'élevaient à 160 par jour en 2020 pour le *glacier Country* (Salim, 2020), pose la question de l'expérience vécue par les visiteurs – une question qui n'a pas été traitée pour le moment.

À travers le monde, les stratégies d'adaptation mises en place comprennent sept catégories : les changements d'accès, la substitution spatiale, la substitution temporelle, l'éducation à l'environnement, les changements d'activités, la planification touristique et l'atténuation du retrait glaciaire.

Les **changements d'accès** comprennent la création d'itinéraires pour des activités nouvelles comme pour la randonnée au Jökulsárlón, en Islande (Welling *et al.*, 2019). Ces nouveaux itinéraires peuvent également être construits ou équipés pour maintenir les activités existantes, par exemple l'accès aux refuges des Alpes occidentales (Mourey *et al.*, 2019b), au camp de base de l'Everest (Watson & King, 2018) ou à des glaciers islandais (Welling & Abegg, 2019; Welling *et al.*, 2019). Il peut s'agir de construire de nouveaux sentiers, d'assurer l'entretien de ceux existant (Mourey & Ravanel, 2017; Watson & King, 2018; Welling & Abegg, 2019), de construire de nouvelles routes pour des véhicules, par exemple en Chine ou autour des glaciers islandais (Wang *et al.*, 2010; Welling & Abegg, 2019; Welling *et al.*, 2019), ou au contraire de fermer certains itinéraires devenus trop dangereux, comme des sentiers d'accès aux glaciers Fox, Franz Josef et du Hooker en Nouvelle-Zélande (Espiner & Becken, 2014; Purdie *et al.*, 2020; Salim, 2020; Stewart *et al.*, 2016). Cette gestion des itinéraires d'accès nécessite des systèmes de surveillance, incluant les communautés locales pour la remontée d'informations sur l'accès au camp de base de l'Everest (Watson & King, 2018) ou les opérateurs touristiques en Islande (Welling & Abegg, 2019). Enfin, ce dernier cas peut amener à revoir les types d'accès comme les excursions en zodiac et la randonnée assistée par hélicoptère en Nouvelle-Zélande (Purdie *et al.*, 2020; Stewart *et al.*, 2016).

La **substitution spatiale** intervient lorsque l'espace de pratique de l'activité n'est plus disponible, ou ne présente plus des conditions d'opération satisfaisantes. On l'observe notamment en Norvège où les excursions guidées sur glacier ont progressivement abandonné les glaciers les moins accessibles pour d'autres (Furunes & Mykletun, 2012). C'est également le cas pour les stations de ski d'été où certains secteurs difficiles à entretenir à cause de l'ouverture de crevasses sont abandonnés au profit d'autres (Demiroglu *et al.*, 2018). Le lieu de pratiques (écoles de glace, voies d'alpinisme) évolue également pour les guides de haute montagne français, avec une augmentation de leur mobilité et donc de la fréquence de mise en œuvre de cette stratégie de substitution spatiale (Mourey *et al.*, 2020; Salim *et al.*, 2019).

Cette substitution spatiale s'accompagne d'une **substitution temporelle**, avec un changement de saisonnalité chez les guides de haute montagne français. Les bonnes conditions en haute montagne se réduisant en juillet-août, ils augmentent leur temps de travail au printemps et, plus marginalement, à l'automne (Mourey *et al.*, 2020; Salim *et al.*, 2019). Les stations de ski d'été sont amenées à réduire la durée de la saison estivale en fermant précocement les installations (Demiroglu *et al.*, 2018). La substitution temporelle se manifeste par la réactivité des guides qui vont répondre favorablement aux demandes des clients sur le très court terme, en dehors des temporalités classiques de pratique (Mourey *et al.*, 2020; Salim *et al.*, 2019; Stewart *et al.*, 2016).

Une autre catégorie d'adaptation concerne la mise en place de **stratégies d'atténuation** du retrait glaciaire. Trois techniques sont évoquées, à commencer par la mise en place de neige de culture pour augmenter l'apport en zone d'accumulation ou l'albédo en zone d'ablation, et ainsi « protéger » le glacier et réduire sa fonte annuelle (Rasul *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2010). La seconde technique évoquée par Wang *et al.* (2020) est la géo-ingénierie météorologique pour augmenter les précipitations neigeuses afin d'améliorer le bilan de masse annuel. Enfin, la technique la plus commune et la seule à être largement utilisée à ce jour consiste à couvrir les glaciers avec des géotextiles pour augmenter l'albédo de la surface et donc réduire la fonte (Welling *et al.*, 2015).

Quand la pratique des activités classiques n'est plus possible, une stratégie d'adaptation largement utilisée consiste à **changer le type d'activités** proposées. Il peut s'agir de diversification, dans le cas où des activités sont appuyées par d'autres. Le développement des *scenics flights* en Nouvelle-Zélande est une proposition supplémentaire pour les visiteurs du *Glacier Country* (Salim, 2020), tout comme l'accompagnement en via ferrata ou les séminaires d'entreprise compensent la baisse de la pratique de l'alpinisme pour des guides français (Mourey *et al.*, 2020; Salim *et al.*, 2019). Il peut s'agir de rediriger des catégories d'activité : entraînement sportif plutôt que ski sur glacier en Bolivie après la disparition du glacier Chacaltya (Kaenzig *et al.*, 2016), ou nouvelles infrastructures pour le ski indoor en Norvège comme rapporté par Demiroglu *et al.* (2018).

L'**éducation à l'environnement** est largement développée : mise en place de nombreux éléments d'interprétations autour des glaciers (Rasul *et al.*, 2019; Welling *et al.*, 2019), construction de centres d'interprétation sur les sites glaciaires (Kaenzig *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2010), actions d'éducation à l'environnement comme des visites guidées (Rasmussen, 2018; Rasul *et al.*, 2019). Ces adaptations sont accompagnées par une évolution du marketing qui promeut les sites glaciaires selon une approche qui met en avant leur valeur scientifique comme dans le cas du géotourisme (Welling *et al.*, 2019). Nous reviendrons en détail sur ce point dans la Partie 4 de ce manuscrit.

La dernière catégorie de stratégie d'adaptation est la **planification** touristique. Il s'agit de développer les collaborations entre les acteurs publics et privés des territoires (Watson & King, 2018; Welling & Abegg, 2019). Cette mise en réseau des acteurs favorise les lois de protection de l'environnement (Rasul *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2010; Welling *et al.*, 2019) et les actions de recherche (Wang *et al.*, 2010; Welling & Abegg, 2019). Dans le cas islandais, une coopération entre acteurs eux-mêmes et entre acteurs et scientifiques permet de favoriser l'émergence des stratégies d'adaptation, plus facilement acceptées et mises en place (Welling & Abegg, 2019; Welling *et al.*, 2019).

### *Adaptation et résilience du tourisme glaciaire*

Notre revue de littérature montre que la recherche sur le tourisme glaciaire s'est davantage penchée sur les impacts du changement climatique que sur les adaptations des opérateurs. Cela peut s'expliquer par le fait que de nombreux opérateurs ne s'inquiètent pas vraiment de l'avenir, même s'ils ressentent déjà les impacts du changement climatique (par exemple : Espiner & Becken, 2014 ; Furunes & Mykletun, 2012). Certains guides de haute montagne dans les Alpes françaises et italiennes considèrent que cette adaptation fait partie de leur travail (Salim *et al.*, 2019), tout comme les opérateurs du tourisme glaciaire en Islande (Welling & Abegg, 2019) et en Nouvelle-Zélande (Stewart *et al.*, 2016). Cependant, les opérateurs touristiques de plus grande ampleur ou gérant un parc d'infrastructures nombreuses sont confrontés à des coûts d'exploitation élevés qui nécessitent des investissements à long terme, ce qui réduit leur capacité à réagir rapidement, mais favorise toutefois la planification sur le long terme.

La plupart des stratégies d'adaptation des opérations touristiques autour des glaciers tentent de maintenir le *statu quo* (avec l'idée que le glacier est la seule ressource touristique exploitable sur le site) ou d'amorcer une lente transition tout en maintenant une forte dépendance à l'égard du glacier comme ressource touristique principale (par exemple, en développant la randonnée assistée par hélicoptère, de nouveaux sentiers ou des supports d'interprétation). Ces stratégies réactives et incrémentales (Pelling, 2011) peuvent conduire les opérateurs du tourisme glaciaire à s'engager dans des investissements qui augmentent leur vulnérabilité ou leur responsabilité – par exemple avec la randonnée assistée par hélicoptère (Stewart *et al.*, 2016). La dynamique est similaire au sein de l'industrie du ski, où la fabrication de neige artificielle est une stratégie d'adaptation commune malgré les ressources, l'énergie et les investissements nécessaires (Steiger & Scott, 2020) – alors même que la pratique du ski est en baisse des Alpes françaises et suisses (Bonnemains & Clivaz, 2019).

Comme le volume des glaciers diminuera en raison du changement climatique (Zekollari *et al.*, 2019), le tourisme glaciaire est menacé sur le long terme. Les opérateurs s'engageant dans

des adaptations transformationnelles (Fedele *et al.*, 2019), qui ne visent pas à perpétuer le *statu quo,* mais cherchent des réponses nouvelles et équilibrées vis-à-vis d'un environnement en constante évolution, se prépareraient à cette menace. Cependant, seules quelques stratégies transformationnelles ont été mises en œuvre dans les articles étudiés, comme la diminution de la dépendance des opérations touristiques à l'égard des glaciers remplacée par l'altitude comme ressource touristique (Kaenzig *et al.*, 2016). Cette mise en œuvre est difficile, car elle nécessite une planification approfondie (Fedele *et al.*, 2020), possible le plus souvent dans les seuls grands sites touristiques glaciaires (par exemple, Kaenzig *et al.*, 2016 ; Wang *et al.*, 2010 ; Wang *et al.*, 2020). En effet, sur les 12 articles consacrés aux stratégies d'adaptation au changement climatique élaborées par des entrepreneurs indépendants, neuf montrent des stratégies d'adaptation principalement réactives, 11 transitoires, et seuls trois décrivent des stratégies transformationnelles. À l'inverse, sept des 11 articles traitant des grandes entreprises touristiques ou des décideurs font état de la mise en œuvre de stratégies transformationnelles. Cela montre la nécessité d'une planification et d'une concertation entre toutes les parties prenantes pour réussir à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation transformationnelle.

Les discussions qui précèdent interrogent la résilience de l'industrie du tourisme glaciaire. Bon nombre des stratégies d'adaptation examinées correspondent à une approche technique de la résilience (Lew, 2014) qui vise à atteindre un état stable sans tenir compte de l'évolution environnementale future. Selon Espiner *et al.* (2017), la résilience est une partie nécessaire de la durabilité, mais n'est pas suffisante pour l'atteindre. Dans cette perspective, la résilience dans le contexte du tourisme glaciaire doit être mise en œuvre dans une approche écologique ou synoptique (Lew, 2014), en tenant compte des menaces futures (rétraction des glaciers et dynamique paraglaciaire) liées au changement climatique. Par exemple, dans le cas des activités guidées autour de la Mer de Glace, les opérateurs peuvent faire preuve de résilience technique en réduisant leur vulnérabilité aux risques externes (par exemple, les chutes de pierres) tout en poursuivant leurs activités sans considérer le fort recul de la langue glaciaire d'ici 20 ans (Vincent *et al.*, 2019). Pour s'engager dans des adaptations durables et transformationnelles, les opérateurs doivent être en mesure de prévoir précisément les effets du changement climatique sur leurs activités (Fedele *et al.*, 2020). En outre, pour assurer la durabilité du tourisme dans les secteurs glaciaires, les approches écologiques ou synoptiques de la résilience (*cf.* Lew, 2014) impliquent des points de vue sur l'évolution des systèmes tant sociaux qu'écologiques. Lang *et al.* (2012) ont suggéré que les chercheurs peuvent atténuer la vulnérabilité des opérateurs du tourisme en s'engageant dans des recherches interdisciplinaires et transdisciplinaires incluant sciences sociales et environnementales.

Ces éléments, liés à la place des chercheurs dans les questions d'adaptation au changement climatique, seront discutés dans la Partie 4. Cette section a mis en évidence la

manière dont le changement climatique impacte le tourisme glaciaire à travers le monde et comment les opérateurs touristiques s'y adaptent. L'un des manques de la recherche identifiés avec cette revue de littérature est la carence d'études sur les impacts et adaptations du tourisme glaciaire dans les Alpes européennes, objet du chapitre suivant.

### *Conclusion du Chapitre 5*

Comme le tourisme en montagne d'une manière générale, le tourisme glaciaire à travers le monde est largement impacté par le changement climatique. La revue de littérature présentée dans ce chapitre montre que les accès aux glaciers sont rendus plus difficiles, que certaines activités sont plus dangereuses à cause de l'augmentation du risque de chute de pierres notamment, que l'exploitation de certains glaciers, notamment pour le ski d'été, est plus difficile à cause de l'augmentation du nombre de crevasses. Enfin, le paysage est parfois considéré comme se « dégradant ». L'ensemble de ces éléments peut conduire à une réduction de la fréquentation des sites touristiques glaciaires. Dans le même temps, cette thématique suscite un fort intérêt académique, comme en témoigne le nombre croissant d'articles publiés depuis 2015. Cette revue montre également que les impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire sont connus et conduisent les parties prenantes à adopter 27 types de stratégies d'adaptation. Nous avons classé ces stratégies en sept catégories : développer de nouvelles activités, modifier l'accès aux glaciers, renforcer les actions éducatives, modifier la saisonnalité et la spatialité des activités, tenter d'atténuer le retrait des glaciers et accroître la planification du tourisme. Ces stratégies sont essentiellement réactives : elles maintiennent le statu quo, sans réduire la vulnérabilité des sites. Les stratégies d'adaptation transformatrice nécessitent elles une planification à long terme, que de nombreux opérateurs touristiques indépendants des glaciers ne mettent pas en œuvre. En conséquence, les opérateurs du tourisme glaciaire se préoccupent principalement d'atteindre un état stable sans prendre suffisamment en compte les changements environnementaux futurs. Il convient maintenant de se recentrer géographiquement pour étudier ce qu'il en est à l'échelle des Alpes.

# Chapitre 6 – Le tourisme glaciaire alpin face au changement climatique : impacts et adaptations face aux fluctuations actuelles et passées

Le chapitre précédent a permis de montrer que le changement climatique actuel influence largement le fonctionnement des sites touristiques glaciaires à travers le monde. Dans ce contexte et aux vues de l'importance du tourisme glaciaire dans les Alpes, il est nécessaire de comprendre l'influence des processus glacio-géomorphologiques sur les sites alpins. L'objectif de ce chapitre est de montrer les impacts du changement climatique sur six grands sites touristiques glaciaires alpins et les stratégies d'adaptation développées par les opérateurs touristiques. La première section s'intéresse à la manière dont le tourisme autour de la Mer de Glace a été impacté par les fluctuations du glacier depuis 1741. La deuxième section discute ces impacts au regard des observations scientifiques actuelles dans d'autres contextes. Enfin, la troisième section interroge la perception des processus glacio-géomorphologiques par les gestionnaires de sites français, suisses et autrichiens et les stratégies d'adaptations qu'ils développent.

## *6.1 – L'impact des fluctuations glaciaires passées sur le tourisme glaciaire : le cas de la Mer de Glace*

Comprendre comment les fluctuations glaciaires depuis le milieu du XVIIIe siècle ont impacté le tourisme glaciaire et comment les opérateurs touristiques s'y sont adaptés est possible dans le cas de la Mer de Glace pour plusieurs raisons. En effet, il s'agit d'un des sites touristiques glaciaires les plus anciens des Alpes, dont la première visite remontre à 1741 (*c.f.* Partie 1), et d'un glacier qui a été très étudié, avec de nombreuses données sur les fluctuations de son front et de son épaisseur. Enfin, les nombreuses activités touristiques qui y ont été développées contribuent à l'histoire de la vallée de Chamonix, avec une littérature abondante et accessible. Le travail présenté dans cette section a fait l'objet d'un article publié dans le *Journal of Mountain Science* (Salim *et al*., 2021b), dont le texte est disponible en Annexe A3.

### *Méthodologie géohistorique*

La méthodologie de ce travail se développe selon trois phases : collecte et homogénéisation des données sur les fluctuations de la Mer de Glace, constitution et analyse d'un corpus historique et de la littérature grise, et réalisation d'entretiens semi-directifs auprès d'opérateurs touristiques, de membres des Amis du Vieux Chamonix (société historique) et de personnalités du territoire.

Le jeu de données sur les fluctuations de la Mer de Glace provient de deux sources : la reconstitution de la position du front du glacier entre 1570 et 2003 par Nussbaumer *et al.* (2007), et les mesures du front du glacier par *Glacioclim* (Vincent *et al.*, 2007). Les profils altimétriques de *Glacioclim* depuis 1880 complètent ce jeu de données homogénéisé entre 1570 et 2019 (Figure 31).

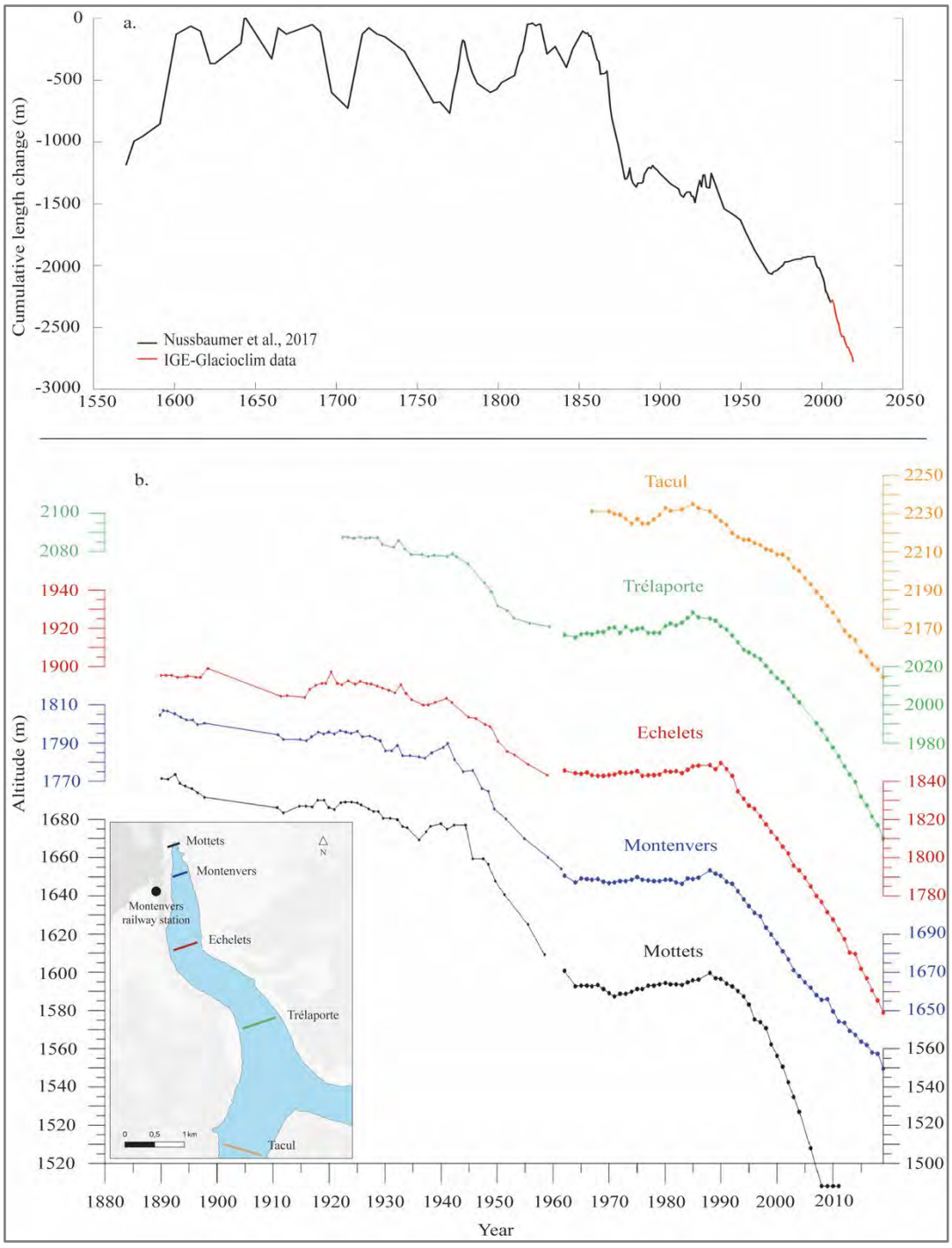



*Figure 31. Reconstitution de la position du front de la Mer de Glace entre 1570 et 2019 (a); Évolution de l'épaisseur de glace pour cinq profils (b)- (Salim et al., 2021)*

Différentes sources historiques ont été mobilisées incluant d'anciens guides touristiques, des livres historiques, des correspondances, des cartes et des illustrations variées (gravures, photos, tableaux). Au total, 90 documents ont été collectés auprès de trois sources principales : l'association des Amis du Vieux Chamonix, le musée alpin de Chamonix, la Bibliothèque Nationale de France à travers son portail *Gallica.* Ces sources ont été complétées par le portail « *Viatimages* » et des collections privées de Chamoniards.

Les documents ont été gérés en fonction de leur type. Les guides touristiques et les correspondances, publiés depuis 1742, ont été inclus dans une base de données pour répertorier les différentes attractions touristiques et les itinéraires mentionnés. La littérature historique a été traitée avec MaxQDA pour mettre en évidence les thèmes clés. D'autres documents tels que des rapports d'activité ou une collection de 1573 images (peintures, gravures et cartes anciennes) ont été utilisés pour confirmer ou préciser certains points, des évolutions ou représenter des changements. Enfin, des photographies aériennes du Géoportail IGN (Institut Géographique National français) ont été utilisées pour les évolutions depuis 1939.

Quatorze entretiens semi-directifs ont été menés auprès des gestionnaires de l'Aiguille du Midi et du Montenvers, de guides de haute montagne, de représentants des "Amis du Vieux Chamonix", de membres du peloton de gendarmerie de haute montagne de Chamonix, d'employés de "La Chamoniarde", et de passionnés par l'histoire de la vallée. Comme les questions peuvent être spécifiques selon les participants, aucun guide d'entretien fixe n'est présenté. Sept entretiens ont été enregistrés avec l'autorisation des participants puis retranscrits, les sept autres ne l'ont pas été en raison de la réticence des participants. La durée moyenne des entretiens a été d'une heure.

### *De nombreux itinéraires touristiques autour de la Mer de Glace*

Chamonix est lié au tourisme glaciaire depuis la première visite de Windham et Pococke en 1741. À partir de cette date, différents attracteurs et itinéraires touristiques sont mentionnés dans les correspondances et les guides touristiques (Figure 32). Le Montenvers et l'Arche du glacier de l'Arveyron sont les premiers à être mentionnés en 1742. La traversée entre Chamonix et Courmayeur et le "Jardin" (de Talèfre) apparaissent en 1790. L'itinéraire Montenvers-Chapeau et l'accès au Chapeau apparaissent vers 1850. La "Vallée Blanche", itinéraire de ski hors-piste, n'est décrite qu'en 1903 et devient célèbre après l'ouverture du téléphérique de l'Aiguille du Midi en 1955. Trois attracteurs et itinéraires touristiques majeurs ont été directement impactés par les fluctuations de la Mer de Glace sur trois pas de temps différents : le Montenvers-Chapeau, la Vallée Blanche et l'Arche de l'Arveyron. L'itinéraire vers "Le Jardin", qui a également changé depuis la fin du PAG, a été étudié par Mourey & Ravanel (2017).

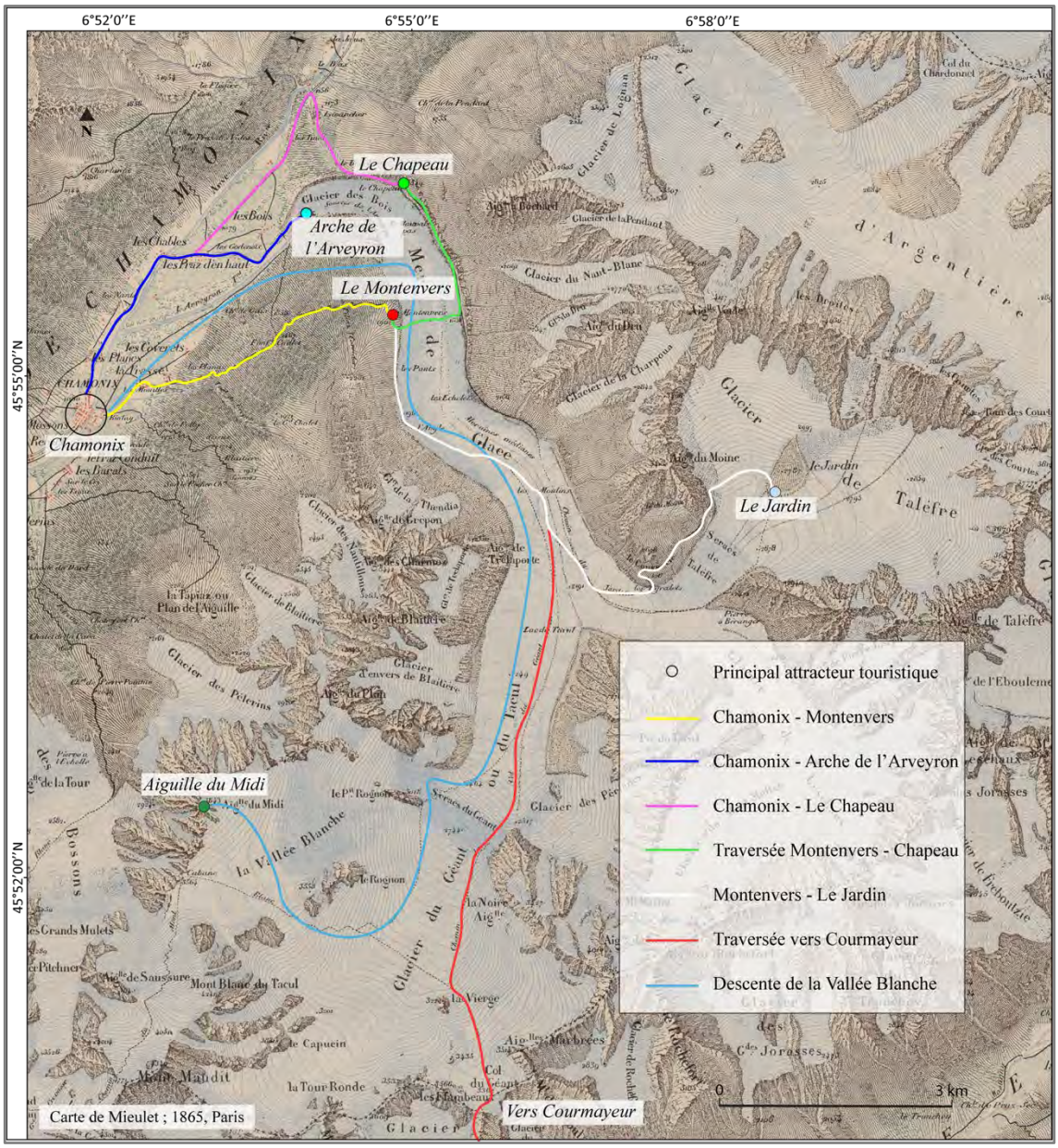



*Figure 32. Itinéraires et attracteurs touristiques identifiés d'après les sources historiques. Fond de carte : Mieulet, 1865. (Modifiée d'après Salim et al., 2021b)*

## *L'Arche de l'Arveyron*

Cette attraction est constituée de l'arche naturelle que compose le porche glaciaire au front de la Mer de Glace (alors appelé "glacier des Bois" ; Figure 33). Cette arche était une attraction facilement accessible, sans l'effort physique requis pour atteindre le Montenvers (cinq à six heures de marche entre 1741 et 1820 contre une heure pour atteindre l'Arche). Cette attraction de la vallée de Chamonix est décrite dans tous les guides touristiques, récits de voyage et correspondances entre 1742 et 1872, où il est fait mention de son caractère changeant. Par exemple, le guide Manget publié en 1844 indique que la taille de l'arche de glace varie d'une année à l'autre, voire parfois ne se forme pas comme en 1842-43, période de recul du front (Nussbaumer *et al.*,2007).

Selon les guides, le porche a disparu dans les années 1870 ; le guide de Weissen, publié en 1889, indique que « la célèbre visite de la grotte de l'Arveyron a maintenant disparu ».

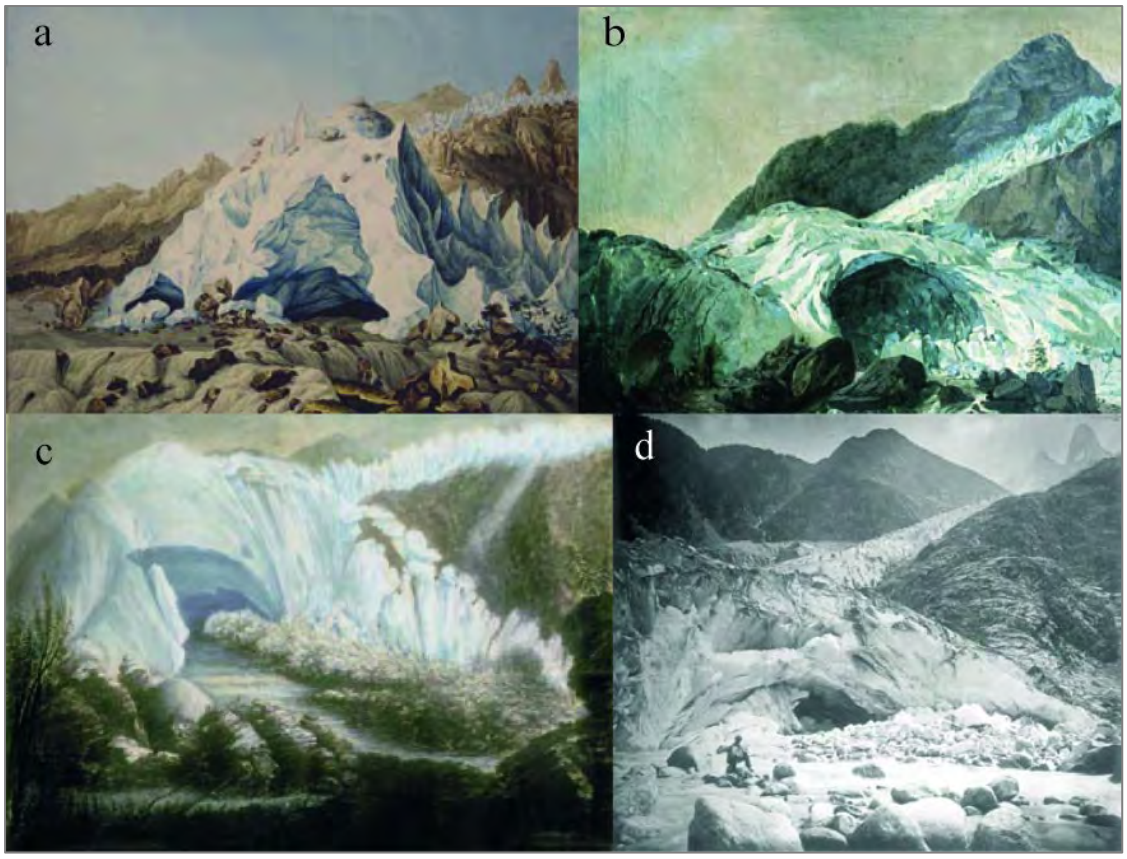



*Figure 33. La grotte de l'Arveyron ; a. 1780, C. Hackert ; b. 1787, P. J. de Loutherbourg ; c. 1775, M. T. Bourrit ; d. 1868, A. Braun ; (Salim et al., 2021b)*

Le porche de l'Arveyron était une source d'emplois pour les habitants de la vallée. Il était conseillé de prendre les services d'un guide pour s'y rendre (3 francs) voire d'une mule pour s'y faire porter (3 francs). Autant que l'observation de l'Arche, la possibilité de tirer au pistolet semble être une motivation pour la visite puisqu'un avertissement sur cette pratique est présent dans de nombreux guides touristiques. Dès les années 1850 qui marquent la fin du PAG, le front de la Mer de Glace recule (Nussbaumer *et al.*, 2007). C'est également à peu près à cette date qu'une grotte de glace artificielle appelée "la grotte de cristal" est construite à côté de l'arche naturelle. Le guide Ravenar, publié en 1872, la décrit comme une galerie de 1 m de large et 2 m de haut, éclairée à la bougie et dont le coût d'accès était de ½ franc. Dans le guide de Payot, publié en 1869, il est précisé que cette grotte qui atteignait 100 m de long pouvait perdre les 3/4 de sa longueur pendant l'été, du fait du recul rapide du front du glacier. Ses constructeurs avaient installé une buvette pour vendre des rafraîchissements aux visiteurs. Les données disponibles sont insuffisantes pour déterminer si cette grotte a été creusée en réponse à l'incertitude de la formation de l'arche naturelle du fait du recul du glacier. Quoi qu'il en soit, c'est peu avant la disparition de l'Arche de l'Arveyron qu'a

été creusée en 1865 la première grotte dans le proche glacier des Bossons. Après la disparition des deux attractions glaciaires, la source de l'Arveyron reste mentionnée dans certains guides, par exemple dans celui de Driou, publié en 1880, où il est noté que la visite de ce lieu est intéressante pour la rivière qui sort de la source de l'Arveyron.

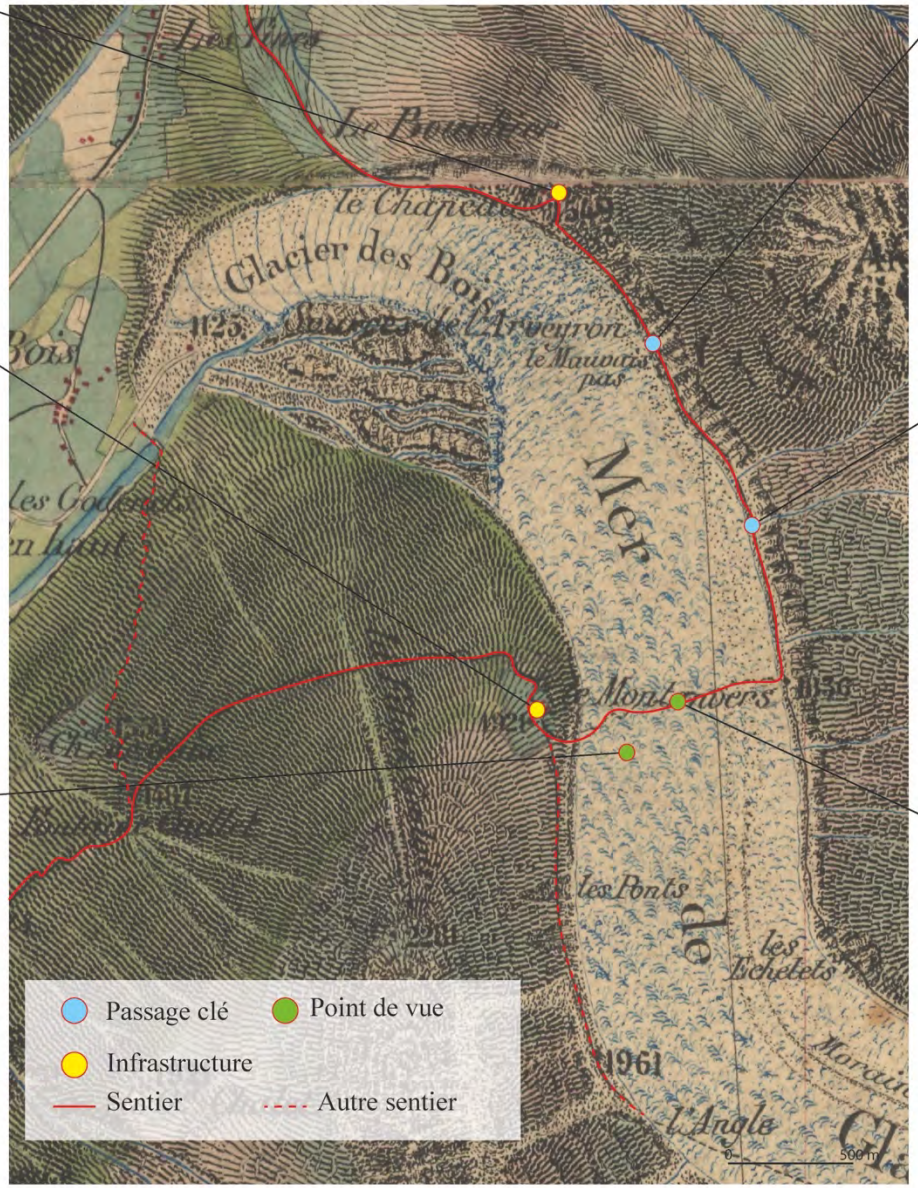
*La traversée du Montenvers au Chapeau*

L'itinéraire Montenvers-Chapeau permettait de traverser la Mer de Glace (Figure 34). La traversée était considérée comme l'une des attractions majeures de la vallée de Chamonix à partir des années 1850, jusqu'à l'interdiction par la commune de Chamonix de l'accès à la rive droite du glacier en 1963. Durant la première partie de cette période, la traversée était la principale activité des guides de montagne de la vallée. On estime que 320 à 340 guides de montagne et muletiers travaillaient chaque année dans la vallée entre 1886 et 1890 avec environ 24 000 touristes par an à Chamonix (Debarbieux, 1988). Il faut noter que 1860 est l'année du rattachement de la Savoie à la France (anciennement Royaume de Piémont-Sardaigne) tandis qu'une route est ouverte entre Chamonix, Sallanche et Genève en 1866, réduisant le temps d'accès à Chamonix. À la fin du 19e siècle, de nombreux aménagements touristiques sont mis en place pour garantir la sécurité de l'itinéraire. Le passage sur le glacier était sablé et balisé par un employé municipal pour éviter que les touristes ne glissent, et des chaussettes à enfiler par-dessus les chaussures étaient vendues au Montenvers. Il y avait la possibilité de payer pour tirer un boulet de canon et en entendre l'écho, ou de payer un photographe pour ramener un souvenir. L'itinéraire a permis l'emploi de nombreux guides pour conduire les touristes jusqu'au Montenvers puis effectuer la traversée. Les jeunes "retourneurs" sont chargés de reconduire les mules jusqu'à Chamonix puis de les remonter au Chapeau pour y accueillir les touristes une fois la traversée terminée. À la suite de l'ouverture du chemin de fer à crémaillère du Montenvers en 1909, la fréquentation de l'itinéraire augmente considérablement : 8166 en 1908, 23 740 en 1909, 76 620 en 1930 et 200 000 en 1950 (Bidaut & Gendrault, 1997).

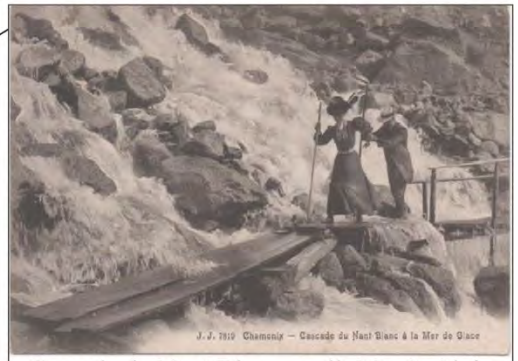
Le Chapeau - coll. Musée Alpin (pas de date)

Grand Hotel du Montenvers
coll. Couttet (1895)

Vue sur le Montenvers - coll. Farini
(Pas de date, après 1910)



«Mauvais Pas» - coll. Musée de Turin (1899)



Cascade du Nant Blanc - coll. Musée Alpin
(Pas de date - Entre 1840 et 1930)

Marche sur la glace - coll. Couttet (1892)

*Figure 34. Itinéraire Montenvers-Chapeau (carte : État-Major, 1866, 1 :40 000, IGN ; Salim et al., 2021b).*

La fréquentation de cet itinéraire a été fortement affectée par les fluctuations du glacier. Selon de nombreux récits et notamment celui de Saussure en 1760, l'itinéraire n'existe pas avant les années 1840, car le glacier est très crevassé et difficile à traverser. Ce n'est qu'à partir des années 1850 qu'il se développe, lorsque le glacier commence à reculer (Figure 31). Trois secteurs sont alors affectés par les fluctuations du glacier : la descente vers la Mer de Glace depuis le Montenvers, la traversée du torrent du Nant Blanc et le passage du "Mauvais Pas".

L'accès à la Mer de Glace et l'ascension de la moraine latérale droite n'ont que peu changé entre 1850 et 1940, et l'itinéraire est resté le même sur les cartes. Toutefois, les auteurs des guides touristiques mentionnent le franchissement des moraines gauche et droite du glacier. L'augmentation de leur commandement avec la perte d'épaisseur du glacier au niveau du Montenvers entre 1880 et 1930 (Figure 31) peut expliquer l'allongement du temps de parcours de cet itinéraire indiqué par les guides touristiques : 4 h30 en 1868, 5 h en 1892 et 6 h en 1925.

Le franchissement de la cascade du Nant Blanc était permis par l'installation annuelle de passerelles en bois. Cependant, au début des années 1900, la traversée du torrent était parfois difficile en raison de son débit dû à la fonte rapide du glacier du Nant Blanc à l'amont, dont le front s'élève de 50 m entre 1876 et 1925. En 1928, le conseil municipal de Chamonix vote le creusement d'un tunnel dans la paroi rocheuse pour garantir la praticabilité du passage, percé en 1932.

Le "Mauvais Pas" était un autre passage difficile comme l'indique son toponyme. Peu avant d'atteindre Le Chapeau, il s'agit d'un passage rocheux très raide où une main courante et des marches ont été taillées dans la roche en 1855. Cependant, entre 1850 et 1950, le front du glacier recule de 1,56 km et son épaisseur au profil du Mottet diminue de 60 m entre 1880 et 1950 (Figure 9). Cette rétraction met en difficulté les visiteurs sujets au vertige. De plus, l'analyse des photographies aériennes entre 1939 et 1960 permet de constater des déstabilisations de la moraine latérale droite, avec la destruction du sentier, ce qui conduit la municipalité à fermer ce dernier et donc l'itinéraire en 1963.

### *La descente de la Vallée Blanche*

Cet itinéraire est la descente à ski hors-piste sur les glaciers du Géant, du Tacul et de la Mer de Glace depuis la Pointe Helbronner (Courmayeur) ou l'Aiguille du Midi (Chamonix). La première descente a été effectuée en 1903 et commence à se démocratiser avec l'ouverture du téléphérique d'accès à la Pointe Helbronner en 1947, mais l'itinéraire est véritablement célèbre depuis 1955, date d'ouverture du téléphérique de l'Aiguille du Midi (voir Figures 35 et Partie 1 pour plus de détails). Selon les personnes interrogées, la fréquentation de l'itinéraire était d'environ 60 000

skieurs par an dans les années 1970-1990, puis s'est stabilisée depuis les années 2000 avec environ 50 000 skieurs par an ; 80 % des skieurs viennent de l'Aiguille du Midi, 20 % de la Pointe Helbronner.

Par rapport aux autres itinéraires décrits, la Vallée Blanche a connu une évolution liée au recul du glacier, mais aussi à l'enneigement. Si la période de fréquentation était de 6 mois en 1960, elle s'est fortement réduite depuis les années 2000 en raison d'une diminution de la durée d'enneigement en début de saison et d'une fonte plus précoce au printemps. Selon les participants, une réduction de l'épaisseur de la couverture neigeuse résulterait d'une augmentation du vent lors des chutes de neige, mais aucune étude scientifique ne l'a jusqu'à présent vérifié. Les épisodes réguliers de vents forts limitent l'épaisseur du manteau neigeux et donc la praticabilité de la partie basse de l'itinéraire, mais aussi de secteurs en altitude comme l'accès à la cabane de Requin. Simultanément, ils augmentent le transport de neige froide en altitude, qui favorise la formation de ponts de neige (Ravanel *et al.*, 2017b) et donc la praticabilité de certains secteurs amont de l'itinéraire.

Le recul glaciaire a un effet important sur la fréquentation de la partie basse de l'itinéraire. Entre 1952 et 1967, le front a reculé de 350 m (Nussbaumer *et al.*, 2007) et l'épaisseur du glacier a été réduite de 55 m aux Mottets, ce qui a rendu de plus en plus difficile la sortie historique de l'itinéraire par le Chapeau. En 1968, cette sortie a été abandonnée au profit de celle des Mottets. Cependant, la poursuite du recul du glacier a imposé la remontée de la moraine latérale gauche, sur 30 m de dénivelé en 1990, mais sur 130 m en 2010, ce qui a conduit à privilégier progressivement la descente sur Chamonix par le train du Montenvers, ouvert en hiver à partir de 1993 (Figure 35). Toutefois, la perte d'épaisseur du glacier rend le retour par le Montenvers de plus en plus contraignant. En 1988, après une légère augmentation du volume du glacier (+20 m d'épaisseur entre 1972 et 1986), le recul reprend et un nouveau téléphérique ainsi que les premières marches vers le glacier sont installés. En 2021, il faut remonter plus de 580 marches sur 150 m de dénivelé pour atteindre la télécabine et rejoindre la gare du Montenvers, via des passerelles prolongées de 15 marches en moyenne chaque année. L'évolution de la couverture détritique supraglaciaire a également influencé la pratique de la Vallée Blanche. Entre 1988 et 2008, sa superficie a continuellement augmenté dans la partie inférieure de la Mer de Glace, passant de 0,47 à 1,37 km² (Martin, 2011). Lorsque la partie inférieure du glacier manque de neige, cela conduit les skieurs à déchausser de plus en plus loin de la montée au Montenvers, ce qui augmente le temps de parcours de l'itinéraire. Sa partie amont, au-dessus de 3000 m d'altitude, est moins impactée. Cependant, les personnes interrogées indiquent que l'arête enneigée qui permet d'accéder au glacier du Géant depuis l'Aiguille du Midi est plus raide et de plus en plus en glace en raison du manque de neige. À moyenne altitude, le Refuge du Requin (2516 m d'altitude) est affecté par les fluctuations du glacier de l'Envers du Plan, qui domine l'accès au refuge : entre

1970 et 1980, sa crue a entraîné des avalanches de séracs qui aujourd'hui menacent régulièrement les pratiquants de cet itinéraire (Mourey & Ravanel, 2017).

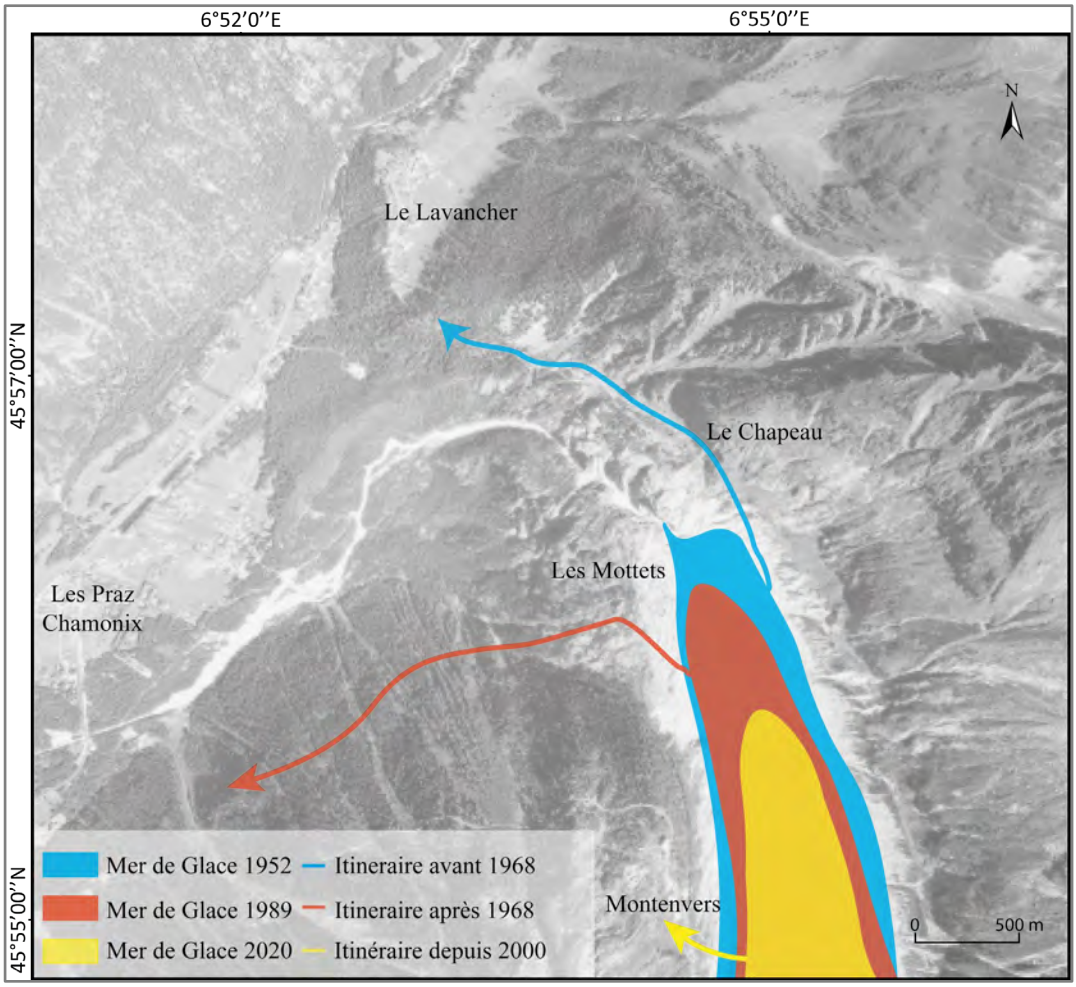



*Figure 34. Évolution de l'itinéraire de sortie de la Vallée Blanche en fonction des fluctuations de la Mer de Glace (photo aérienne IGN, 1967 ; Salim et al., 2021b)*

### *Synthèse des impacts des fluctuations des glaciers sur le tourisme autour de la Mer de Glace depuis 1741*

Les fluctuations glaciaires et les processus paraglaciaires qu'elles engendrent ont eu un impact sur les activités touristiques autour de la Mer de Glace au cours des deux derniers siècles. Plus récemment, la diminution de l'épaisseur et de la durée de maintien au sol de la couverture neigeuse a également constitué un facteur contraignant. Neuf processus ont été identifiés, dont trois liés à la couverture neigeuse, deux au retrait du glacier lui-même et quatre à la dynamique paraglaciaire associée (Tableau 2). Les conséquences de ces processus sur les activités touristiques, majoritairement négatives (une seule est positive) sont diverses : réduction de la période de pratique, accès au glacier plus difficile, augmentation de la dangerosité d'un itinéraire, voire disparition d'une attraction.

**Tableau 2**. Récapitulatif des processus identifiés, de leurs conséquences et des adaptations mises en œuvre

| Processus principaux | Prcessus spécifiques affectant les itinéraires | | Conséquences | Période | Réponses des opérateurs touristiques | Itinéraire concerné |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Changements pour la couverture neigeuse | Chutes de neige tardives et fonte précoce | | Réduction de la période de pratique | 1990 | - | Vallée Blanche |
| | Couverture neigeuse insuffisante | | Ponts de neige moins stables | 1990 | Installation de passerelle en bois | Vallée Blanche |
| | | | Difficulté pour marcher sur le glacier | | - | Vallée Blanche |
| | Les arêtes de neige deviennent plus étroites et glacées | | Accès plus difficile | 1990 | Installation d'équipement de sécurité | Vallée Blanche |
| Retrait glaciaire | Réduction de l'épaisseur | | Accès plus difficile | 1960 - 1920 | Changement d'itinéraire<br>Installation d'équipement de sécurité | Vallée Blanche, Montenvers-Chapeau |
| | | | Temps de progression allongé | 1960 - 1920 | | Vallée Blanche, Montenvers-Chapeau |
| | | | Augmentation des dangers | 1950 | | Montenvers-Chapeau |
| | | | Accès plus facile | 1850 | Nouveaux itinéraires | Montenvers-Chapeau |
| | Réduction de la longueur | | Accès plus difficile | 1960 - 1920 | Changement d'itinéraire | Vallée Blanche, Montenvers-Chapeau |
| | | | Temps de progression allongé | 1960 - 1920 | Installation d'équipement de sécurité | Vallée Blanche, Montenvers-Chapeau |
| | | | Avalance de sérac | 1990 | - | Vallée Blanche |
| | | | Perte des attracteurs | 1870 | Création d'attracteur artificiel | Arche de l'Arveyron |
| | Processus paraglaciaires | Augmentation de la vitesse de fusion | Augmentation du débit du torrent | 1920 | Installation d'équipement | Montenvers-Chapeau |
| | | Développement de la couverture de débris | Progression plus difficile sur le glacier | 1990 | *Projet de nouvelles infrastructure* | Vallée Blanche |
| | | | Temps de progression allongé | 1990 | Changement d'itinéraire | Vallée Blanche |
| | | Augmentation de la hauteur des moraines | Temps de progression allongé | 1990 - 1920 | Changement d'itinéraire | Vallée Blanche, Montenvers-Chapeau |
| | | | Accès plus difficile | 1990 - 1920 | | Vallée Blanche, Montenvers-Chapeau |
| | | Déstabilisation de la moraine | Temps de progression allongé | 1920 | Changement d'itinéraire | Montenvers-Chapeau |
| | | | Accès plus difficile | 1920 | | Montenvers-Chapeau |

Vallée Blanche
Montenvers-Chapeau
Arche de l'Arveyron

Les réponses des opérateurs touristiques sont principalement de trois types : installation d'équipements pour pallier un problème spécifique ; modification d'un itinéraire lorsqu'il devient trop problématique ; substitution spatiale lorsqu'il n'est plus possible de poursuivre une activité dans un lieu donné (ex. : grotte de glace). Parfois, les processus entraînent des conséquences qui ne sont pas prises en compte par les opérateurs. Par exemple, la superficie accrue de la couverture détritique dans la partie aval de la Vallée Blanche entraîne une augmentation du temps nécessaire à la réalisation de l'itinéraire sans que les opérateurs touristiques aient mis en œuvre de stratégies d'adaptation jusqu'à aujourd'hui. Toutefois, le projet d'une nouvelle télécabine qui rejoindrait la surface de la Mer de Glace environ 500 m à l'amont du Montenvers et dont la gare avale serait implanté à 1680 m d'altitude, limiterait la longueur de l'itinéraire tout en permettant aux skieurs de remonter du glacier sans effort.

### *6.2 – Impacts et adaptations des opérateurs touristiques face aux processus glacio-géomorphologiques dans le passé par rapport aux observations actuelles*

Les activités touristiques autour de la Mer de Glace ont naturellement évolué en fonction de facteurs politiques, économiques et culturels, comme l'organisation du tourisme par la Compagnie des Guides de Chamonix depuis 1823, l'ouverture d'une route permettant un accès facile à Chamonix en 1866, et le développement de l'itinéraire de la Vallée Blanche à la suite de l'ouverture des téléphériques de la Pointe Helbronner et de l'Aiguille du Midi en 1947 et 1955, respectivement. Cependant, les résultats montrent que les fluctuations glaciaires ont également joué un rôle important. Il convient maintenant de discuter la fréquence et l'intensité des impacts des processus glacio-géomoprhologiques sur le tourisme glaciaire dans le passé par rapport aux observations actuelles, ainsi que des adaptations réalisées au cours des deux derniers siècles.

#### *Des impacts plus significatifs aujourd'hui que dans le passé*

Dans leur étude sur l'impact du changement climatique sur les itinéraires d'alpinisme dans le massif du Mont-Blanc, Mourey *et al.* (2019a) identifient 25 changements géomorphologiques. De plus, ces changements sont majoritairement récents puisqu'ils correspondent à l'évolution des itinéraires entre 1973 et 2018 selon des processus principalement liés au changement climatique. Dans notre étude, nous observons 9 processus différents et 5 d'entre eux ne concernent que la Vallée Blanche et se produisent depuis les années 1990. De plus, dans tous les itinéraires étudiés ici, les problèmes liés au réchauffement du permafrost n'apparaissent pas, ce qui appuie le fait qu'il s'agit d'un processus récent lié au changement climatique. Les processus typiques sont bien observables (recul des glaciers, couvertures de débris et déstabilisations des moraines), ce qui est également le cas dans d'autres publications, par exemple en Nouvelle-Zélande (Purdie *et al.*,

2015) ou en Islande (Welling & Abegg, 2019).

Comme le notent Mourey & Ravanel (2017), les conséquences du recul des glaciers sur les infrastructures touristiques semblent beaucoup plus importantes ces 20 dernières années qu'au XIXe et au milieu du XXe siècle. Cependant, les conséquences des fluctuations glaciaires sont évidentes depuis le début du tourisme autour de la Mer de Glace. Il est intéressant de noter que la réduction de l'épaisseur du glacier autour des années 1840 (voir Figure 31) aurait facilité son accès. C'est ensuite principalement le recul du front (disparition de la grotte de l'Arveyron, difficultés d'accès et de progression), la perte d'épaisseur de la glace (dangers, accès et progression plus difficile), ainsi que l'apparition et la déstabilisation des moraines qui ont entraîné des difficultés. Les impacts actuels résultent des mêmes processus (retrait des glaciers, déstabilisation des moraines et couverture de débris). Cependant, ils semblent produire des conséquences plus diversifiées comme des impacts sur la valeur esthétique du paysage (Wang & Zhou, 2019), des risques liés aux formations de lacs proglaciaires (Cathala *et al.*, 2021; Magnin *et al.*, 2020a), ou encore des changements de comportement des visiteurs (Salim & Ravanel, 2020). Ces interprétations présentent des limites, notamment en raison des sources utilisées. Les documents historiques ne permettent pas autant de précision que les entretiens, tandis que ces derniers n'ont de sens que pour les évolutions récentes.

### *Le développement des stratégies d'adaptation*

Il est possible d'identifier plusieurs stratégies d'adaptation à deux niveaux, localisé et global. Les stratégies localisées sont des réponses directes aux effets des processus géomorphologiques sur les itinéraires (Tableau 2) : installation d'équipements de sécurité ou de progression, création de nouveaux itinéraires pour remplacer les anciens ou de nouvelles infrastructures dans d'autres lieux. Les stratégies de niveau global sont moins évidentes à interpréter, car plus difficilement identifiables dans la littérature historique utilisée : les "montreurs de grottes" qui conduisaient les visiteurs à l'Arche de l'Arveyron ont par exemple changé leurs activités après sa disparition, avec une augmentation du nombre de vendeurs de souvenirs sur les principaux axes de la vallée. Un autre exemple est le changement d'activité des guides de Chamonix : alors que l'accès au Montenvers et la traversée de la Mer de Glace jusqu'au Chapeau constituaient leur principale activité durant la première moitié du XXe siècle, ils se tournent progressivement dans les années 1950 vers l'alpinisme comme activité principale (Joutard, 1986).

Ces adaptations sont liées aux fluctuations glaciaires, mais également à d'autres processus. Si les conditions de franchissement de la Mer de Glace se dégradent en 1950, l'alpinisme devient alors une activité de plus en plus populaire (Debarbieux, 1988). Le changement d'activité des guides durant cette période peut donc être vu comme la mise à profit

d'une opportunité offerte par le développement d'une nouvelle activité et celle d'en quitter une autre de plus en plus difficile. De même, on observe actuellement (*c.f.* Salim *et al.*, 2019) que les guides de haute montagne se détournent de pratiques considérées comme plus dangereuses avec le réchauffement climatique (parcours de neige, parcours de rocher soumis au réchauffement du permafrost, etc.) au profit d'activités de plus en plus pratiquées (escalade sportive, VTT, séminaires d'entreprise, etc.).

Selon le cadre conceptuel des typologies d'adaptation proposé par Fedele *et al.* (2019), nous pouvons observer que les stratégies d'adaptation localisées sont principalement de type réactives (c'est-à-dire qu'elles sont utilisées pour résister à l'impact du changement climatique. En revanche, les adaptations identifiées au niveau global semblent être transformationnelles puisqu'elles conduisent les acteurs à modifier profondément leurs activités. Contrairement au travail portant sur les adaptations du tourisme glaciaire à l'échelle mondiale, les stratégies transformationnelles sont ici observées chez les indépendants et pas seulement dans les grandes entreprises à forte capacité financière et de compétences. Cependant, pour les deux cas observés (guides de haute montagne et montreurs de grottes), il s'agit d'une adaptation "obligatoire" due à la disparition d'un itinéraire et au développement d'autres activités vers lesquelles les professionnels se sont tournés.

De nombreux exemples concernant le tourisme glaciaire montrent que les stratégies d'adaptation incrémentales (c'est-à-dire permettant des ajustements mineurs du système ; Fedele *et al.*, 2019) permettent de maintenir une activité en "résistant" aux effets du changement climatique (Stewart *et al.*, 2016 ; Welling & Abegg, 2019). Cependant, ces mesures ne préparent pas aux changements futurs et peuvent augmenter la vulnérabilité de l'activité (par exemple avec le cas de la Nouvelle-Zélande ; Espiner *et al.*, 2017). Concernant la Mer de Glace et, par extension, les autres glaciers européens dont l'évolution d'ici 2100 est de mieux en mieux modélisée (Bosson *et al.*, 2019 ; Peyaud *et al.*, 2020 ; Zekollari *et al.*, 2019), une analyse des impacts probables dans le futur et la planification de stratégies d'adaptation avec toutes les parties prenantes permettraient de renforcer la résilience du système. Pour mieux comprendre la manière dont les stratégies d'adaptation sont développées dans le cas du tourisme glaciaire, il maintenant convient de s'intéresser aux stratégies que les sites développent actuellement dans les Alpes.

### *6.3 – Impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire alpin et adaptation des acteurs du territoire*

La troisième section de ce chapitre questionne la manière dont le changement climatique affecte le fonctionnement actuel des six sites touristiques glaciaires alpins présentés en Partie 1 (glacier Blanc, de Bionnassay, Mer de Glace, glacier d'Aletsch, du Rhône et du Pasterze) et expose les

stratégies d'adaptation développées par leurs acteurs. Compte tenu du manque d'études sur le tourisme glaciaire actuel dans les Alpes, ce travail vise à répondre à trois questions de recherche : i) Quels sont les processus liés au changement climatique qui ont un impact sur le tourisme glaciaire alpin ? ii) Les parties prenantes sont-elles conscientes de ces processus ? iii) Comment s'adaptent-elles aux conséquences du changement climatique ? Le travail présenté dans cette section a fait l'objet d'un article en cours de révision dans la revue *Regional Environmental Changes* (Salim *et al*., 2021e). Le texte de l'article est disponible en Annexe A4.

### *Méthodologie de travail*

Cette étude a nécessité la mise en place de deux étapes méthodologiques : une revue de littérature concernant les processus glacio-géomorphologiques autour des six sites glaciaires, puis des entretiens semi-directifs auprès des acteurs de ces sites.

Pour la revue de littérature, la recherche a été effectuée à l'aide de *Google Scholar* avec des mots-clés (nom du glacier, du site, de la chaîne de montagnes) concernant chaque site. 73 articles publiés entre 2007 et 2020 et répondant positivement à la question : "L'article traite-t-il d'au moins un processus glacio-géomorphologique à proximité d'un des sites touristiques sélectionnés au cours des vingt dernières années ?" ont été sélectionnés et inclus dans une base de données pour leur analyse qualitative et quantitative.

Une série de 25 entretiens semi-directifs a été réalisée avec des opérateurs publics (mairie, Parcs Nationaux, office du tourisme), des gestionnaires d'infrastructures touristiques et de sociétés de tourisme, et des entrepreneurs tels que guides de montagne et constructeurs de grottes de glace. Le guide d'entretien utilisé varie en fonction des spécificités de chaque site, mais avec la structure commune suivante : i) place de la personne interrogée dans la destination touristique ; ii) importance du site étudié dans la destination ; iii) impacts du changement climatique ; iv) adaptations mises en œuvre ; v) impacts des stratégies d'adaptation et vision pour l'avenir. Les entretiens ont été réalisés lors de quatre périodes : automne 2014 (3), mars-avril 2017 (7), et septembre-novembre 2019 (7) et 2020 (8). Tous se déroulaient au sein de la destination touristique concernée, à l'exception de trois entretiens réalisés à l'été 2020 par visioconférence en raison du Covid-19. Tous les entretiens ont été enregistrés avec l'accord des participants puis transcrits pour leur analyse avec MaxQDA (Saillard, 2011). Les entretiens ont duré entre une et deux heures. Pour protéger l'anonymat des personnes interrogées, des descripteurs généraux sont utilisés. Une analyse de contenu directe a été appliquée (Hsieh & Shannon, 2005), qui permet d'élaborer un premier codage basé sur une catégorie théorique, ici 'impacts et adaptation au changement climatique'. Dans un second temps, une approche plus inductive a été appliquée pour souligner

les différents impacts du changement climatique et les stratégies d'adaptation développées sans utiliser de catégorie préconçue.

### *Les processus glacio-géomorphologiques étudiés autour des sites touristiques glaciaires*

Les 73 articles inclus dans l'analyse identifient 14 processus et paramètres qui ont été regroupés en quatre catégories : domaine glaciaire, dynamique paraglaciaire (c'est-à-dire directement conditionnée par les anciennes glaciations et déglaciations ; Ballantyne, 2002), permafrost, et "autre" (avec le paramètre 'température de l'air') ; 48 articles font référence à un processus ou un paramètre influençant directement l'un des sites glaciaires étudiés. Les 25 autres articles font référence à des processus glacio-géomorphologiques à une plus petite échelle, mais sans mentionner directement l'un des sites.

Le paramètre glaciaire le plus étudié est l'évolution de la longueur des glaciers, étudiée sur tous les sites : le glacier de Pasterze a reculé d'environ 1100 m de 1964 à 2015 (Lieb & Kellerer-Pirklbauer, 2018), et le glacier Blanc de 742 m de 1986 à 2015 tandis que son front s'est élevé d'environ 200 m (Bayle, 2020). Le deuxième paramètre le plus étudié est la perte d'épaisseur des glaciers, significative pour tous (par exemple, Gobiet *et al.*, 2014 ; Tsutaki *et al.*, 2011 ; Vincent *et al.*, 2019). L'évolution de la vitesse du glacier est le troisième paramètre, étudié uniquement sur la Mer de Glace (Peyaud *et al.*, 2020) et les glaciers du Rhône (Nishimura *et al.*, 2013) et du Pasterze (Kellerer-Pirklbauer & Kulmer, 2019). La vitesse de la Mer de Glace est passée de 75 $m.a^{-1}$ en 1980 à environ 20 $m.a^{-1}$ en 2015 (Peyaud *et al.*, 2020) ; celle du glacier de Pasterze, de 15 $m.a^{-1}$ en 1999 à 5 $m.a^{-1}$ en 2011 (Kellerer-Pirklbauer & Kulmer, 2019). La poche d'eau, dont la vidange peut engendrer une crue considérable, a été étudiée sur le glacier de Tête Rousse, dans le massif du Mont-Blanc (Gilbert *et al.*, 2012). L'extension de la couverture détritique supraglaciaire a été étudiée sur plusieurs sites (Avian *et al.*, 2018; Kaufmann *et al.*, 2015; Lardeux *et al.*, 2015). Enfin, le réchauffement de la glace à la base des glaciers suspendus, pouvant conduire à leur déstabilisation, est un paramètre qui a été étudié dans le massif du Mont-Blanc (Deline *et al.*, 2012; Gilbert *et al.*, 2015). La formation actuelle et future de lacs proglaciaires est étudiée, notamment aux glaciers de Pasterze (Avian *et al.*, 2020) et du Rhône (Church *et al.*, 2018), et à la Mer de Glace (Magnin *et al.*, 2020).

Deux processus associés à la dynamique paraglaciaire actuelle sont étudiés sur tous les sites. Le phénomène de décompression post-glaciaire (Deline *et al.*, 2021) conduit à des glissements comme observés en rive gauche du glacier d'Aletsch depuis 2015, entraînant un volume d'environ 50 000 $m^3$ (Kos *et al.*, 2016), ou autour du lac proglaciaire du glacier de Pasterze (Avian *et al.*, 2020). Les conséquences de la décompression post-glaciaire sur les accès aux

refuges de montagne ont également été étudiées dans le bassin de la Mer de Glace (Mourey & Ravanel, 2017). Le second processus étudié est la déstabilisation des moraines, qui pose là encore des problèmes d'accès (par exemple, Mourey *et al.*, 2019 ; Mourey & Ravanel, 2017).

La troisième catégorie de processus concerne le permafrost. Son réchauffement et les instabilités rocheuses qu'il induit sont les deux principaux processus étudiés, notamment dans le massif du Mont-Blanc (*e.g.,* Magnin *et al.*, 2017 ; Ravanel *et al.*, 2017 ; Gallach *et al.*, 2018), mais aussi à plus petite échelle (Gobiet *et al.*, 2014 ; Haeberli *et al.*, 2017 ; Stoffel *et al.*, 2014). L'impact du réchauffement du permafrost sur les infrastructures touristiques a été récemment étudié dans les Alpes (par exemple, Duvillard *et al.*, 2015, 2019 ; Patton *et al.*, 2019).

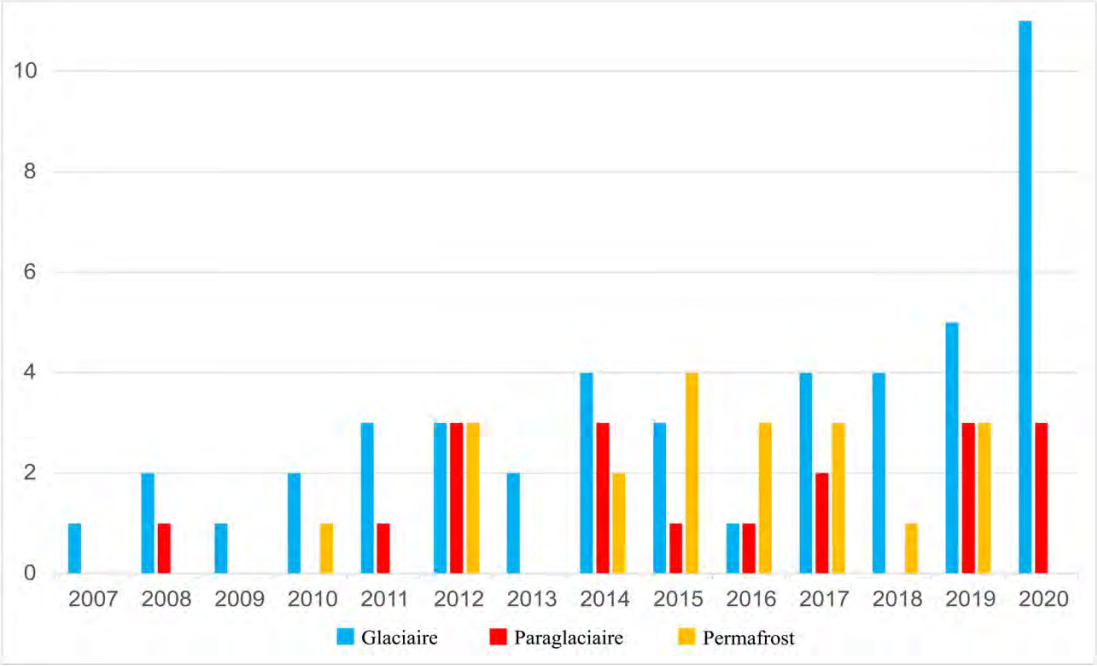



*Figure 36. Nombre d'articles publiés sur les trois principales catégories de paramètres et de processus glaciaires, paraglaciaires et liés au permafrost autour des six sites touristiques glaciaires alpins étudiés.*

L'évolution du nombre de jours de gel a également été étudiée pour le massif du Mont-Blanc par Pohl *et al.* (2019). Parmi les trois catégories de processus étudiés autour des sites sélectionnés, les processus glaciaires sont ceux qui le sont depuis plus longtemps, avec une forte progression récente de leur nombre ; ceux liés à la dynamique paraglaciaire et au permafrost sont étudiés depuis 2010 (Figure 36).

### *Les impacts perçus par les acteurs des sites*

Les entretiens montrent que les impacts induits par les quatre catégories de processus liés au changement climatique et identifiés par l'analyse bibliographique sont bien perçus par les acteurs des sites touristiques – l'enneigement s'ajoutant dans la catégorie 'autre'. Ces impacts se

répartissent en six types (figure 37).

(i) Le premier concerne les **itinéraires**, principalement lié à des processus glaciaires ou liés à la dynamique paraglaciaire. Ainsi la longueur des itinéraires d'accès s'accroit en raison du retrait glaciaire et de l'extension de la marge proglaciaire, comme au Montenvers et au Franz Josef Höhe : le trajet aller-retour entre les infrastructures d'accès (train à crémaillère ou parking) et le glacier y est de plus en plus long. Certains itinéraires sont plus longs à parcourir, comme la descente à ski de la Vallée Blanche (Montenvers) en raison du développement de la couverture détritique sur le glacier et de la diminution de l'enneigement, qui imposent parfois de marcher plus d'un kilomètre au lieu de skier. Les itinéraires peuvent également devenir plus difficiles, comme pour ceux d'alpinisme autour de la plupart des sites : le recul du glacier entraîne une augmentation de la pente, tandis que la difficulté des premières longueurs d'escalade nouvellement libérées par la glace peut être plus élevée que celle du reste de la voie. L'accès est rendu plus difficile par la déstabilisation des moraines, comme au refuge des Écrins. Enfin, certains itinéraires peuvent disparaître, car des voies ou des sentiers de randonnée deviennent temporairement inaccessibles, comme le sentier longeant la moraine latérale du glacier d'Aletsch suite au glissement de terrain (Kos *et al.*, 2016).

(ii) Le deuxième type d'impacts concerne la **sécurité** et est lié aux glaciers, à la dynamique paraglaciaire et au permafrost. Les éboulements et écroulements dus au réchauffement du permafrost menacent les voies d'alpinisme. La fonte estivale du glacier libère des blocs rocheux qui peuvent tomber sur les visiteurs à l'entrée des grottes de glace du glacier du Rhône et de la Mer de Glace. La déstabilisation des moraines est également une source de dangers.

(iii) Les problèmes d'**infrastructures** peuvent être liés à l'ensemble des processus. Les infrastructures sont déstabilisées par le réchauffement du permafrost, comme la gare d'arrivée du téléphérique de l'Eggishorn (Aletsch), ou la décompression post-glaciaire, comme le téléphérique de Moosfluh (Aletsch). La dégradation du permafrost et les chutes de pierre qu'elle peut provoquer entraînent également des risques accrus pour les infrastructures en aval, comme au Franz Josefs Höhe. Le creusement de grottes de glace est impacté : dans le passé, la vitesse de la Mer de Glace permettait de creuser dans de la glace "nouvelle" chaque année, ce que son ralentissement ne permet plus. Enfin, l'augmentation de la température estivale – et notamment les étés caniculaires – peut avoir un impact sur une infrastructure : le train à crémaillère au Nid d'Aigle doit être stoppé, lorsque la température est trop élevée, à cause de la dilatation des rails sur les portions souffrant de faiblesses de conception.

(iv) Les différents processus entraînent des problèmes de **gestion**. Par exemple, l'augmentation du temps d'accès nécessaire pour remonter du glacier à la gare du Montenvers nécessite un point de surveillance pour garantir la sécurité des visiteurs, une durée de travail

supplémentaire en hiver pour déneiger les 550 marches entre le glacier et la télécabine, et une durée de fonctionnement des trains accrue pour garantir le retour. Pour les grottes de glace, la fonte estivale et l'accès de plus en plus long impliquent un surcroît de travail pour les exploitants. L'augmentation de la température estivale contraint la gestion des stocks, comme au refuge des Écrins où la conservation d'une grande quantité de nourriture pour toute la saison d'ouverture n'est plus possible.

(v) Une catégorie concerne les **activités**, largement dominée par les dynamiques glaciaires et paraglaciaires. L'augmentation du temps d'accès aux glaciers réduit le temps passé sur la glace et donc l'intérêt pour cette activité. Le recul des glaciers réduit la possibilité pour les guides de haute montagne d'organiser des écoles de glace : le développement de la couverture de débris entrave la réalisation d'exercices et augmente le temps d'accès à la glace, tandis que les escarpements de glace n'existent plus.

(vi) Enfin, les éléments susmentionnés et la modification du paysage due à la diminution du volume de glace et à l'augmentation de la couverture détritique jouent sur l'**attractivité**, avec une diminution potentielle de la satisfaction des visiteurs et une baisse associée du nombre de futurs visiteurs. Toutefois, les gestionnaires recensent de nouvelles opportunités : nouveaux lacs, température relativement basse par rapport aux vallées.

### *Les stratégies d'adaptation développées*

L'analyse des entretiens montre que 29 stratégies d'adaptation différentes ont été mises en œuvre pour faire face aux impacts du changement climatique décrits ci-dessus ; elles peuvent être classées en huit catégories (Figure 38).

Quatre de ces catégories concernent des adaptations à plus ou moins court terme : (i) des **solutions techniques**, comme les structures de sécurité au Franz Josef Höhe pour faire face aux problèmes de réchauffement du permafrost, les vérins hydrauliques sous la gare d'arrivée de la télécabine de Moosfluh pour s'adapter aux glissements, et le déplacement de la grotte de glace du Montenvers pour faire face au ralentissement et au recul du glacier ; (ii) des **changements de gestion** : modification les heures d'ouverture et introduction de personnel de "surveillance" pour garantir la sécurité des visiteurs lorsque les temps d'accès sont allongés, ou augmentation des travaux d'entretien au glacier du Rhône pour sécuriser l'exploitation estivale; (iii) la **gestion des itinéraires et des accès,** par la création de nouveaux itinéraires, l'ajout d'infrastructures de sécurité ou de progression sur des itinéraires existants, ou la fermeture d'itinéraires très impactés ; (iv) l'**atténuation**, principalement avec l'installation de bâches de protection pour limiter la fonte estivale autour des grottes de glace afin de les exploiter sur une plus longue période et de protéger les visiteurs vis-à-vis des chutes de pierre.

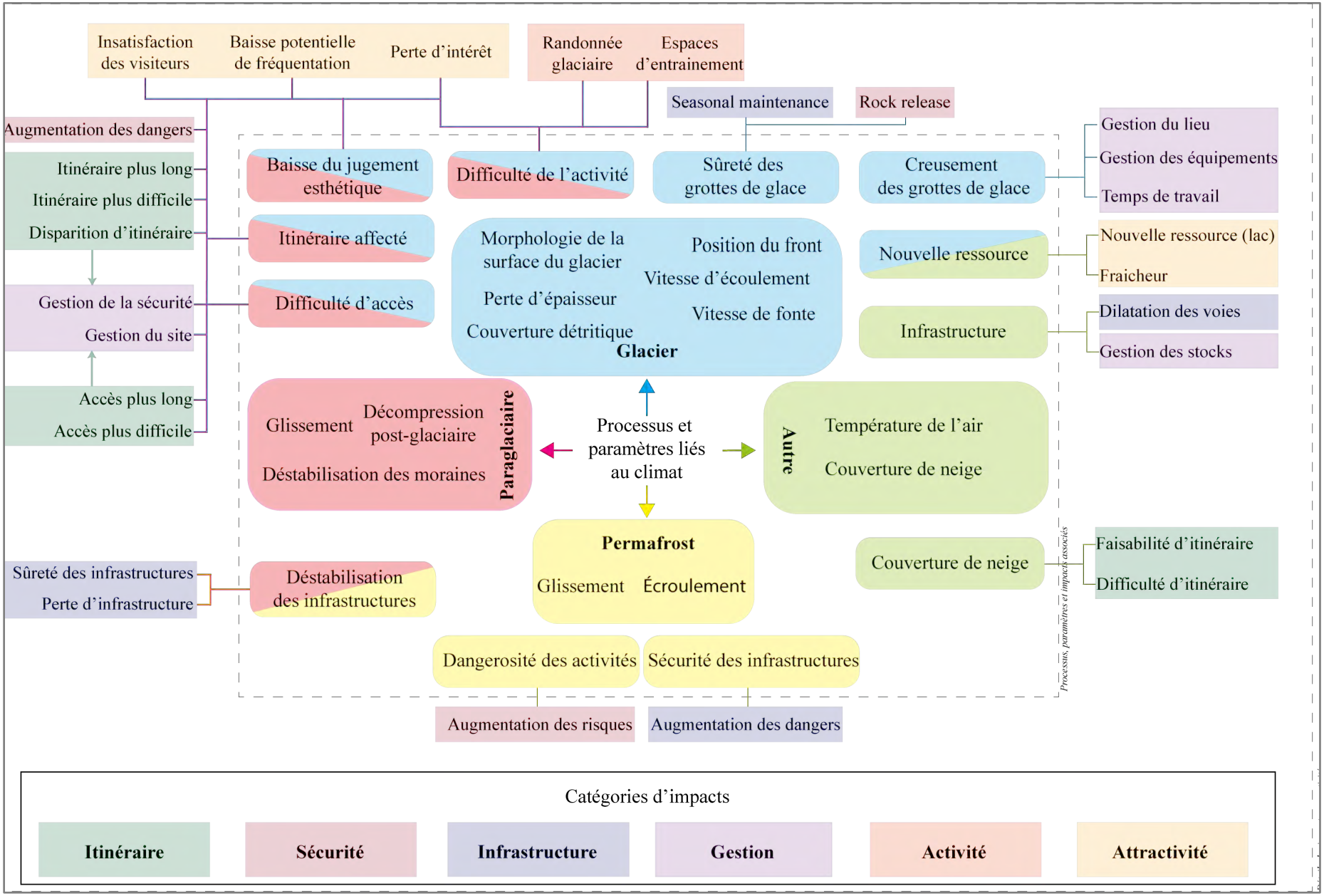



*Figure 35. Processus et paramètres étudiés et leurs impacts sur les sites touristiques glaciaires. Le centre de la figure présente les quatre catégories de processus et de paramètres étudiés dans la littérature scientifique. Une première catégorie d'impacts est associée à chacune des familles de processus. Dans la partie extérieure du cadre, chaque catégorie d'impacts est détaillée. Le code couleur correspond aux catégories d'impacts développées en bas de la figure (Salim et al., 2022e)*

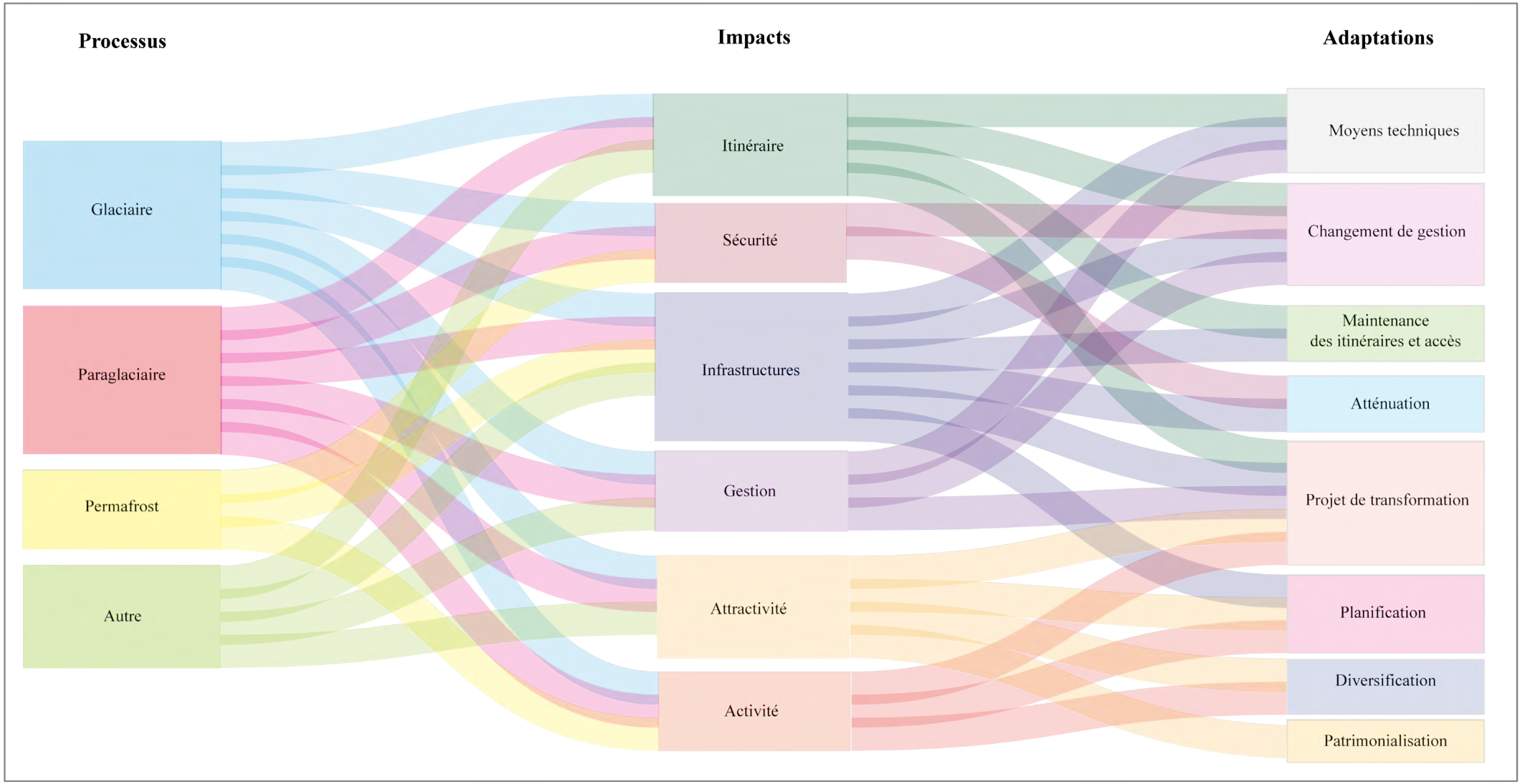



*Figure 36. Relations entre les processus étudiés, les impacts perçus par les acteurs et les stratégies d'adaptation développées (Salim et al., 2022e)*

Les quatre autres stratégies visent des développements à plus long terme : (v) les **projets de transformation**, comme au Montenvers et au Nid d'Aigle où les opérateurs redéfinissent l'offre touristique, repensent les méthodes de valorisation et modifient les accroches marketing – au Montenvers, les gestionnaires réduisent la place du glacier dans les éléments marketing pour anticiper sa disparition et axent la communication sur les aspects historiques et scientifiques du site ; (vi) une **planification** entre les différents acteurs est également mise en œuvre, par exemple sur les problèmes liés aux infrastructures, ou la gestion des voies d'accès au refuge des Écrins ; (vii) la perte d'attractivité de certains sites et la difficulté à réaliser certaines activités ont poussé les acteurs vers la **diversification**, qui consiste à ajouter de nouvelles activités sans abandonner les anciennes – comme les guides de montagne qui s'engagent dans la multi activité (VTT, escalade sportive) pour être moins dépendant des conditions en haute montagne. Enfin (viii) la **patrimonialisation** des glaciers s'observe sur tous les sites, avec la création de panneaux d'interprétation voire la construction de centres d'interprétation glaciaire, et de randonnées accompagnées par des scientifiques.

La Figure 39 synthétise les impacts du changement climatique et les adaptations mises en œuvre par les acteurs pour chaque site étudié, en illustrant leur diversité.

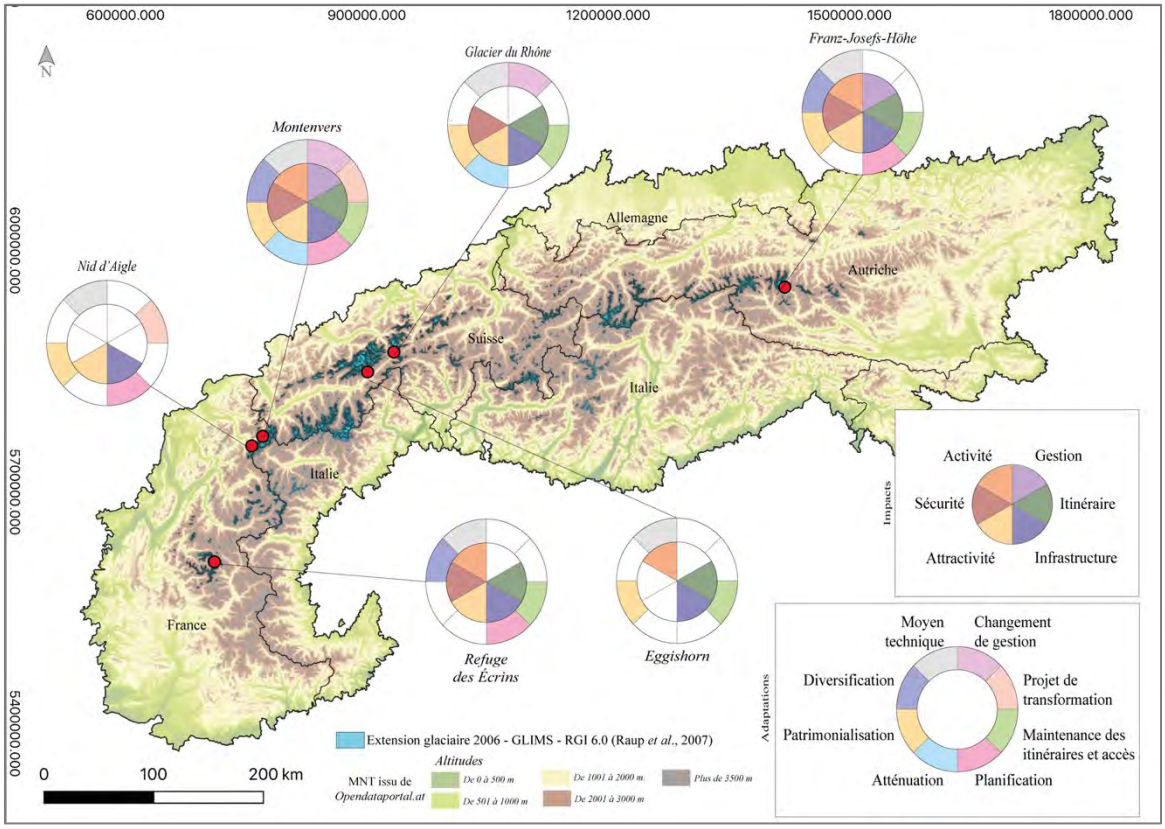



*Figure 37. Spatialisation des impacts et des adaptations identifiés. Le cercle intérieur indique la présence ou l'absence (blanc) de la catégorie d'impact ; le cercle extérieur indique si la catégorie d'adaptation est observée sur le site (Salim et al., 2022e).*

*Processus perçus et impacts étudiés*

Les trois principales catégories de processus étudiées dans la littérature scientifique et dans les secteurs proches des sites touristiques glaciaires sélectionnés, à savoir les processus liés aux glaciers, à la dynamique paraglaciaire et au permafrost, sont également des catégories de processus perçues par les personnes interrogées comme ayant un impact sur les sites touristiques glaciaires alpins. Comme cela a été démontré dans d'autres espaces (Furunes & Mykletun, 2012 ; Purdie, 2013 ; Stewart *et al.*, 2016), le tourisme glaciaire alpin est fortement mis en cause par les conséquences du changement climatique.

Des 13 processus identifiés dans l'analyse documentaire, 12 sont perçus par les opérateurs touristiques. Le seul processus qui n'a pas été mentionné dans les entretiens est la formation de poches d'eau sous-glaciaires ; ce risque, qui pourrait menacer l'un des sites (Nid d'Aigle), n'est pas perçu comme tel par ses opérateurs. Il est probable que cela soit dû au fait que de nombreux travaux de pompage et de suivi sont réalisés depuis 2010.

Le nombre et l'importance des processus perçus par les acteurs varient selon les sites, dépendant du type d'activité qu'ils proposent sur le glacier : le Nid d'Aigle, qui est le site où les acteurs perçoivent le plus faible nombre d'impacts, est le seul site ne propose pas d'activités sur le glacier. La perception de l'impact dépend également de la rapidité du recul du glacier : au Montenvers, où le glacier fond très rapidement et visiblement (Peyaud *et al.*, 2020), les responsables de la société d'exploitation sont beaucoup plus inquiets que ceux autour du glacier d'Aletsch (Eggishorn), dont la disparition prendra beaucoup plus de temps (Jouvet & Huss, 2019).

Comme en Norvège et en Islande (Furunes & Mykletun, 2012 ; Welling & Abegg, 2019), la qualité et parfois la faisabilité des activités sur les glaciers alpins sont réduites. Les problèmes de sécurité sont comparables à ceux en Nouvelle-Zélande et au Népal (Purdie *et al.*, 2015 ; Watson & King, 2018), les problèmes d'infrastructures à ceux en Islande (Welling & Abegg, 2019), et les problèmes de gestion à ceux en Nouvelle-Zélande (Stewart *et al.*, 2016). Enfin, les questions d'attractivité sont communes à tous les sites étudiés, à l'exception du glacier d'Aletsch pour le site de l'Eggishorn dont les gestionnaires considèrent que sa taille repousse la question de plusieurs décennies. C'est également une question centrale qui émerge dans les études sur le tourisme glaciaire à travers le monde (Welling *et al.*, 2015 ; Wang & Zhou, 2019 ; Salim *et al.*, 2021a).

*Adapter le tourisme glaciaire au changement climatique*

Comme les résultats concernant le tourisme glaciaire dans le monde (Partie 2 ; Chapitre 2 ou Salim *et al.*, 2021c), environ un tiers des stratégies d'adaptation identifiées est réactives. Parmi les huit catégories d'adaptations identifiées, deux (moyens techniques et atténuation) ne

contiennent que des stratégies réactives. Selon Fedele *et al.* (2019), les stratégies réactives sont mises en œuvre lorsque les impacts ne sont pas graves ou que les parties prenantes n'ont pas la technologie ou les moyens d'y répondre d'une autre manière. Dans les cas observés ici, les stratégies réactives sont mises en œuvre lorsque leur faible coût relatif permet de faire face à de faibles impacts. Par exemple, les infrastructures d'accès au glacier du Pasterze et à la Mer de Glace sont mises en place, car leurs coûts restent faibles par rapport aux bénéfices (permettant la poursuite des activités). Cependant, les stratégies réactives peuvent être insuffisantes à long terme, comme le précise l'un des gestionnaires de la grotte de glace du Montenvers : « [l'installation de bâches, etc…] sont des solutions à court terme. Sur le long terme, nous savons très bien, moi et mon équipe, que ça ne va pas continuer ».

Les stratégies incrémentales telles que décrites par Fedele *et al.* (2019) se traduisent sur nos sites par des stratégies telles que la création ou la modification d'itinéraires, le changement d'organisation du travail ou de la durée de la saison d'ouverture. Ces stratégies d'adaptation permettent de poursuivre l'activité en modifiant les organisations et les pratiques. Cependant, elles ne permettent pas de surmonter les vulnérabilités. Ainsi, la patrimonialisation est une catégorie d'adaptation qui s'inscrit entièrement dans ce cadre. Telle que réalisée sur les sites étudiés, elle permet aux visiteurs de mieux comprendre le paysage, mais reste dépendante du glacier. De ce point de vue, elle peut constituer une stratégie d'évolution vers un nouveau modèle qui réponde aux attentes des visiteurs (Salim & Ravanel, 2020).

Les stratégies d'adaptation transformatives sont plutôt rares, comme dans d'autres contextes (Fedele *et al.*, 2020). Ici, elles consistent principalement à planifier des changements dans la narration du site. Par exemple, les gestionnaires du Montenvers ont changé leur stratégie de marketing en se concentrant sur les aspects historiques, les éléments naturels, et en envisageant le site comme un "laboratoire du changement climatique". L'autre grande catégorie d'adaptation transformative est illustrée par les projets de transformation. Elle implique la mise en œuvre de projets coûteux visant à redessiner complètement un site tel que celui du Nid d'Aigle. Comme pour le tourisme glaciaire dans le monde (Salim *et al.*, 2021c), les plus grands opérateurs touristiques peuvent mettre en œuvre des stratégies d'adaptation transformative lorsqu'ils perçoivent une menace forte pour leur activité à l'avenir. À l'inverse, les entrepreneurs ou les petites entreprises n'ont souvent pas les moyens techniques, temporels ou financiers de le faire. Par exemple, les guides de haute montagne doivent gérer leur activité en permanence, ce qui rend difficile la planification d'un changement sur le long terme. Comme le soulignent Welling & Abegg (2019), cette situation entraîne un report des prises de décisions qui ne sont parfois jamais prises.

### *Conclusion du chapitre 6*

Les fluctuations glaciaires ont eu et ont toujours un impact sur les sites touristiques glaciaires. Dans ce chapitre, l'analyse des impacts passés et présents montre que les contraintes liées aux accès ou à l'usage des itinéraires sont récurrentes et ont souvent fait l'objet de stratégies d'adaptation réactive. Pour l'itinéraire du Montenvers-Chapeau, ces adaptations ont été implémentées jusqu'à ce qu'elles ne permettent plus de maintenir l'itinéraire. Comme l'ont noté Mourey et Ravanel (2017), si des processus géomorphologiques ont eu des impacts sur les itinéraires d'accès aux refuges du bassin de la Mer de Glace dans le passé, les évolutions récentes entraînent des dysfonctionnements plus fréquents et plus intenses liés au réchauffement du permafrost et aux dynamiques paraglaciaire et glaciaire. Que ce soit face aux fluctuations glaciaires passées ou à ces dynamiques actuelles, les gestionnaires d'activités touristiques autour des glaciers s'adaptent principalement en développant des stratégies d'adaptation réactive. L'analyse des adaptations passées suggère que les opérateurs touristiques produisent des adaptations réactives jusqu'à ce que les conditions ne permettent plus de maintenir l'activité. Ce stade conduit alors à une réorganisation de l'offre touristique, soit par abandon d'un itinéraire (Montenvers-Chapeau), d'une offre (Arche de l'Arveyron) ou d'un passage particulier (descente de la Vallée Blanche), soit par la modification en profondeur de l'offre. Au vu du contexte actuel, il semble alors possible aujourd'hui d'anticiper les changements à venir pour travailler à l'implémentation de stratégies transformationnelles.

## Conclusion de la Partie 2

Le changement climatique induit de multiples conséquences dans de nombreux domaines du tourisme à travers le monde. La recherche a proposé une revue de la littérature au sujet des problèmes liés à la demande et à l'offre touristique. Outre les menaces causées par les modifications physiques induites par le changement climatique, les rapports de l'Organisation Mondiale du Tourisme identifient également des menaces pour le tourisme, liées aux stratégies d'atténuation du changement climatique, comme la taxation du transport aérien ou le phénomène de *flight shaming.* Les travaux portant sur le tourisme à l'échelle mondiale indiquent que les questions d'adaptations sont cruciales pour permettre la soutenabilité de l'industrie touristique.

Le tourisme en montagne est également impacté par le changement climatique. Une grande partie des publications actuelles a traité de l'impact du changement climatique sur l'industrie du ski et montre que le nombre de stations de ski dans les Alpes dont l'opérabilité est garantie se réduira dans le futur, d'autant plus que les émissions de GES des scénarii RCP du GIEC augmentent. La principale stratégie d'adaptation mise en place par les opérateurs touristiques est l'enneigement artificiel, qui permet d'augmenter le nombre de stations de ski alpines qui resteraient opérables à la fin du siècle. Le tourisme estival en montagne est également étudié du point de vue des menaces du changement climatique. Au-delà du ski d'été, la hausse de la température est régulièrement évoquée comme pouvant augmenter l'attractivité des régions de montagne tout en en limitant leur fréquentation lors des périodes caniculaires. Enfin, les activités en haute montagne comme l'alpinisme sont peut-être les plus impactées par les évolutions glacio-géomorphologiques induites par le changement climatique. Les stratégies d'adaptation des guides de haute montagne français consistent à changer d'espaces de pratique, augmenter la réactivité et la disponibilité, et diversifier les activités.

Le tourisme glaciaire est également une forme de tourisme en montagne qui est de plus en plus étudiée en relation avec le changement climatique qui l'impact fortement. L'analyse de ces impacts à l'échelle alpine montre que les processus glaciaires et ceux liés à la dynamique paraglaciaire et au permafrost sont actifs autour des sites étudiés, et perçus comme conduisant à des difficultés d'exploitation des sites et d'organisation des activités liées au glacier. Si les dynamiques glaciaire et paraglaciaire ont affecté l'exploitation touristique de la Mer de Glace après la fin du PAG, leurs impacts sont aujourd'hui plus intenses et récurrents. L'adaptation est donc une notion fondamentale pour le tourisme glaciaire aujourd'hui. Cependant, que ce soit à l'échelle mondiale ou à celle des Alpes, les stratégies d'adaptation mises en place sont principalement réactives : si elles permettent de maintenait l'activité en traitant un impact particulier, elles ne prennent en compte pas les contraintes futures qui sont pourtant largement connues. Il est donc nécessaire aujourd'hui de travailler au développement de stratégies

transformatives, voire à considérer l'adaptation comme une dynamique transitionnelle menant à un état résilient et durable. Avant de discuter de ces éléments dans la Partie 4, il convient de questionner le point de vue des visiteurs de sites touristiques glaciaires et l'influence du changement climatique sur leurs perceptions et leurs comportements.

# Partie 3 : L'expérience touristique face à la fonte des glaciers dans les Alpes

Accès à la grotte de glace du glacier du Rhône, août 2019, E. Salim

**Résumé :**

Le changement climatique induit de nouvelles problématiques pour le tourisme glaciaire, mais celles-ci influencent-elles les comportements des visiteurs ? Dans cette troisième partie, nous aborderons cette question sous l'angle des motivations et du concept de tourisme de la dernière chance (*Last chance tourism ;* LCT). De plus, le retrait glaciaire entraîne-t-il une perte d'intérêt touristique pour le paysage glaciaire ? Cette question sera abordée sous l'angle des jugements esthétiques. Cette partie montrera que le retrait glaciaire fait des glaciers des « espèces en voie de disparition » et donc augmente les motivations à venir les voir avant qu'ils ne disparaissent. Concernant le paysage, si les jugements négatifs sont concentrés sur le glacier, le paysage en général reste positivement perçu.

# Introduction de la Partie 3

Août 2019, comme le montre la photo en page précédente, la grotte de glace du glacier du Rhône a été couverte de bâches pour la protéger de la fonte estivale. Ici comme dans d'autres sites, les touristes affluent pour voir le glacier et visiter ses entrailles. Mais quelles sont exactement leurs motivations ? sont-ils conscients que ces géants de glaces subissent un retrait accéléré depuis 1990 pour s'équilibrer au climat ? Et sur les sites comme le Montenvers, où la langue de la Mer de Glace est largement recouverte de débris, les visiteurs sont-ils déçus comme le craignent les gestionnaires ? Comment perçoivent-ils et jugent-ils ce paysage qui n'est pas dans les canons de ce que l'on pourrait attendre d'un glacier « blanc » ?

L'objectif de cette troisième partie est donc de répondre à ces différentes questions, d'investiguer la manière dont le changement climatique et le retrait glaciaire influencent les comportements des visiteurs des grands sites touristiques glaciaires alpins. Méthodologiquement, il s'agit d'employer des approches mixtes incluant entretiens qualitatifs et enquêtes quantitatives pour donner des regards croisés sur ces questions.

Le premier chapitre sera consacré aux motivations des visiteurs et à la potentielle existence du tourisme de la dernière chance (LCT) pour les destinations glaciaires. Les motivations seront ici étudiées au regard de la *Push and Pull theory* qui considère que les touristes sont à la fois « poussés » vers une destination touristique par des motivations internes et « attirés » par les différentes caractéristiques et attributs de la destination. Le travail sera présenté en deux temps : d'abord une enquête mixte menée au Montenvers-Mer-de-Glace pour questionner les motivations liées au LCT et aux dimensions qui les sous-tendent ; puis une enquête quantitative visant à vérifier leur existence sur 5 autres sites touristiques glaciaires situés en France, Suisse et Autriche.

Le second chapitre de cette partie s'intéressera plus particulièrement aux perceptions et jugements esthétiques des visiteurs du Montenvers vis-à-vis du paysage et de la Mer de Glace. Ce paysage sera ici compris d'un point de vue subjectiviste comme une construction de l'observateur. Il sera question de présenter les résultats d'une enquête qualitative visant à identifier les différents composants du paysage qui induisent chez le visiteur des jugements esthétiques positifs ou négatifs. Ces résultats qualitatifs seront ensuite comparés aux résultats quantitatifs de l'enquête présentée au premier chapitre pour tenter d'expliquer les caractéristiques des visiteurs qui influencent l'insatisfaction vis-à-vis du paysage.

# Chapitre 7 – Les motivations des « touristes glaciaires », dernière chance pour voir le glacier ?

Si les gestionnaires des sites touristiques glaciaires ont bien conscience du changement climatique et mettent déjà en œuvre des stratégies pour s'adapter à ses conséquences, qu'en est-il des visiteurs ? Ont-ils conscience qu'un glacier emblématique comme la Mer de Glace à Chamonix se retire rapidement ? Cela modifie-t-il leurs motivations touristiques ? C'est à ces questions que ce chapitre tente de répondre à travers l'analyse des motivations des visiteurs de 6 grands sites touristiques glaciaires dans les Alpes. Le travail interroge également la pertinence du concept de tourisme de la dernière chance (*Last Chance Tourism ;* Lemelin *et al.*, 2010), qui se définit comme une pratique touristique visant à observer un élément (le plus souvent naturel) avant qu'il ne disparaisse, pour le tourisme glaciaire aujourd'hui.

## *7.1 – Les motivations touristiques*

### *Étudier les motivations*

Les études sur les motivations des touristes dans le contexte des loisirs de plein air sont nées au début des années 1960 avec des recherches sur la satisfaction des pratiquants de pêche récréative (Bultena & Taves, 1961). Une "approche comportementale" a été développée par Driver & Toucher (1970) et a fourni le cadre conceptuel des études sur la motivation des touristes (Manning, 2001). Selon cette approche, les amateurs de loisirs participent à des activités pour remplir des objectifs et des besoins. La question de la motivation à voyager est développée par Dann (1977). La motivation est considérée comme une des nombreuses variables qui contribuent à expliquer le comportement des touristes (Crompton, 1979). La motivation peut être spécifique, dans ce cas elle ne peut être satisfaite que par l'expérience d'un plaisir lié à une destination, ou non spécifique, elle peut dans ce cas être satisfaite par des opportunités alternatives (Howard & Sheth, 1969). Dann (1977) parle du *« Push » and « Pull » factors* : « *pull* » est l'ensemble des caractéristiques d'une destination qui peuvent attirer un touriste (une vue, la mer, la montagne, etc.). Le « *push* » est l'ensemble des motivations internes d'un individu (s'échapper du quotidien, la nostalgie d'un territoire, etc.). Ces deux facteurs sont interreliés (Klenosky, 2002). Dann (1997) parle de « l'anomie » comme d'un moment dans lequel la société, par ses lois et son organisation, a perdu sa force intégratrice. Cet état est pour lui une forme de « *push factor* » où le fait de s'engager dans une pratique touristique est un moyen de rompre avec le sentiment d'isolement de la vie de tous les jours. Cette anomie sociétale serait une prédisposition au voyage. L'auteur parle également de « *l'ego-enhancement* » comme du souhait de chercher une forme de reconnaissance

sociale dans le voyage. Le voyage permet donc de créer un « *fantasy world* » dans lequel le touriste peut vivre une forme d'altérité générale.

Klenosky (2002) propose la théorie du « *Means-end chain* » pour analyser la relation entre push & pull. Sa théorie se base sur une approche de l'appréciation d'un produit par un consommateur en 3 niveaux d'abstraction (Klenosky *et al.*, 1993). Le premier niveau concerne i) les attributs physiques et les propriétés ou caractéristiques d'une destination, ii) le second concerne les conséquences du choix de la destination (risques, bénéfices, coûts) et iii) le troisième est en rapport avec les valeurs personnelles de l'individu (prendre du plaisir, s'accomplir, se sentir en sécurité).

Dans la mise en œuvre d'une méthode visant à décrire les pull factors, il peut être conseillé d'effectuer une série d'entretiens semi-directifs exploratoires afin de déterminer les facteurs potentiels (Klenosky, 2002). Sont alors posées trois questions pour chaque destination : i) que trouvez-vous attractif dans cette destination ? ii) pourquoi [attribut réponse précédente] est-il important ou désirable ? iii) pourquoi [raison question précédente] est-ce important pour vous ? On calcule pour chacune des réponses, le niveau d'abstraction (Pieters *et al.*, 1995) afin de créer un « *Hierarchical Value Map* » (Goldenberg *et al.*, 2000).

Cette méthode de *Means-end chain* a été utilisée en marketing principalement puis dans le domaine des loisirs avec un focus sur le choix de la destination, le patrimoine, les expériences de pleine nature et le choix de l'hébergement (McIntosh & Thyne, 2005). Frauman *et al.* (1998) ont travaillé sur les méthodes possibles pour questionner les comportements dans le cadre du *Nature-based tourism*. Ils ont évalué deux méthodes, une qualitative (n=16) et une quantitative (n=227). Pour les auteurs, chacune des deux méthodes permet de mettre au jour les motivations, cependant, la méthode qualitative permet de faire émerger des thèmes avec plus de précision. Le conseil donné est d'utiliser la méthode qualitative comme approche exploratoire afin de construire le questionnaire quantitatif avec plus de précision et d'y intégrer des concepts qui auront été révélés par la méthode qualitative.

Si la mise en place d'une approche qualitative dite « *laddering* » (Klenosky, 2002) est utile pour définir les différents éléments à intégrer dans un questionnaire, de nombreuses études ayant trait aux motivations en contexte de *nature-based tourism* (N-BT) permettent de voir une récurrence d'items (Groulx *et al.*, 2016a; Jiang *et al.*, 2015; Lemieux *et al.*, 2018; Wilson *et al.*, 2014). Une base bien connue dans ce domaine est la « *Recreation Experience Preference scale* » (REP) développée par Manfredo *et al.* (1996).

Au-delà de la question des motivations, la question, dans le cadre du N-BT et à fortiori, de la relation à la nature peut être un bon indicateur. Il peut être mesuré *via* une échelle développée en ce sens (Nisbet *et al.*, 2009). Plus récemment, plusieurs équipes de recherche se sont penchées

sur la question du « *Last Chance Tourism* » (Eijgelaar *et al.*, 2010) et sur sa présence dans les motivations à visiter des sites naturels (Groulx *et al.*, 2016a; Lemieux *et al.*, 2018).

Dans le contexte du tourisme de nature, les études ont démontré que les facteurs d'incitation peuvent généralement être divisés en cinq grands groupes de motivations : l'évasion, le prestige, l'amélioration de la relation de parenté, la relaxation/les hobbies et la nouveauté (Uysal *et al.*, 1994). Les caractéristiques environnementales, telles que les glaciers, la faune et la flore rares ou les récifs marins, peuvent façonner les motivations des visiteurs en tant que facteurs d'attraction (Kim *et al.*, 2003; Piggott-McKellar & McNamara, 2017; Stewart *et al.*, 2016).

Les changements environnementaux induits par le climat peuvent également être considérés comme un moteur (ou un frein) aux motivations. Dans le Parc National des Lacs-Waterton (Canada), la hausse des températures devrait augmenter les visites jusqu'à 36 % d'ici les années 2050, mais, dans le scénario le plus chaud, diminuer les visites en raison des vagues de chaleur dans les années 2080 (Scott *et al.*, 2007). Dans d'autres régions, la disparition des attributs des destinations causée par le changement climatique est fondamentale pour comprendre la diminution de la fréquentation touristique. Par exemple, au *Yulong Snow Mountain* (Chine) et au *glacier Country* (Nouvelle-Zélande), 20 % et 46 % des visiteurs interrogés, respectivement, ont déclaré qu'ils ne viendraient pas si le glacier disparaissait (Yuan *et al.*, 2006 ; Stewart *et al.*, 2016). Les recherches menées sur le tourisme lié aux caractéristiques environnementales ont abouti à des conclusions similaires concernant, par exemple, les zones où vivent des ours polaires (Hall & Saarinen, 2010) et pour la Grande Barrière de Corail (Salvatierra & Walters, 2017), où la disparition d'attributs peut entraîner une baisse de la fréquentation touristique. Or, la motivation des touristes est liée à la perception des attributs de la destination (Gössling *et al.*, 2012). Par exemple, une couverture médiatique présentant la Grande Barrière de Corail comme "mourante" peut faciliter sa transformation en une destination relevant du LCT (Coghlan, 2013). Cependant, bien que les médias puissent présenter certaines destinations comme des destinations LCT, il est rare que les voyagistes commercialisent ces sites en tant que tels. Ainsi, cette motivation peut survenir sans qu'il y ait de marketing dans ce sens (Frew, 2013). Cela peut être le cas pour le tourisme glaciaire et notamment à la Mer de Glace, car les médias français présentent souvent ce glacier comme un exemple des conséquences du changement climatique. Cependant les opérateurs touristiques font peu mention de son retrait rapide dans les éléments marketing.

### *Le tourisme de la dernière chance (Last Chance Tourism ; LCT)*

Parmi d'autres facteurs, le changement climatique peut être à l'origine du LCT. Ce concept est apparu dans la littérature en 2010 avec les articles d'Eijgelaar *et al.* (2010), Hall et Saarinen (2010), et Lemelin *et al.* (2010). Dawson *et al.* (2011) ont recensé les différents termes qui

décrivent le désir de voir une caractéristique naturelle d'un lieu avant qu'elle ne disparaisse. On trouve notamment le "tourisme de malheur", le "*Dark Tourism*", le "tourisme climatique", le "tourisme de catastrophe" ou le "tourisme de destination en danger". LCT est le terme académique le plus fréquemment utilisé (par exemple, Eijgelaar *et al.*, 2010 ; Swartman, 2015 ; Piggott-McKellar & McNamara, 2017 ; Groulx *et al.*, 2019), et un livre a été publié pour présenter en un seul volume plusieurs développements concernant ce concept (Lemelin *et al.*, 2012).

L'observation des ours polaires et les croisières en Antarctique ont été les premières activités touristiques qualifiées d'activités LCT (Eijgelaar *et al.*, 2010; Hall & Saarinen, 2010). D'autres études empiriques ont décrit la motivation LCT des touristes en Malaisie (Sumarjan *et al.*, 2013) et dans les îles du Pacifique (Prideaux & McNamara, 2013) et, plus récemment, ce concept est apparu dans des publications liées au tourisme des récifs coralliens (Piggott-McKellar & McNamara, 2017). Pour le tourisme glaciaire, la motivation LCT a été utilisée pour décrire les motivations des visiteurs des glaciers Fox et Franz Josef (Stewart *et al.*, 2016, 2017) et du glacier Athabasca au Canada (Lemieux *et al.*, 2018), mais également en Islande (Welling *et al.*, 2020).

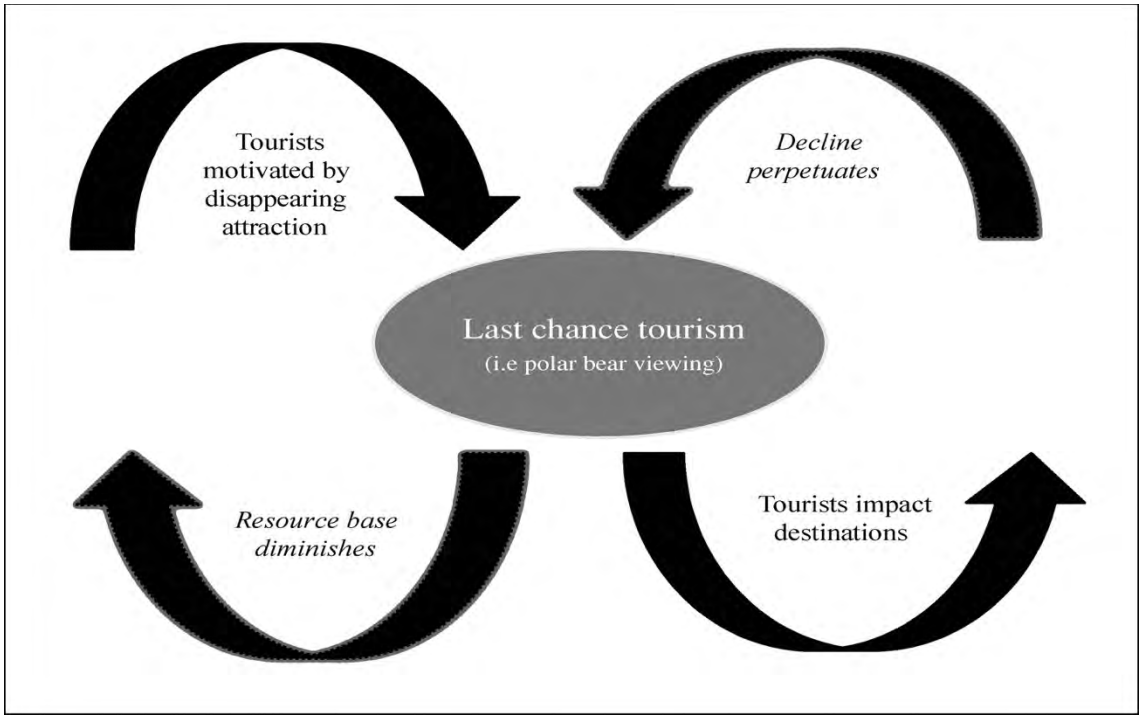



*Figure 40. Paradoxe et boucles de rétroaction positive du LCT (Dawson et al., 2010)*

Pour certains sites, le marketing et les médias ont été les principales raisons du développement d'une motivation pour voir des éléments en voie de disparition (Lemelin *et al.*, 2010). Par conséquent, des questions éthiques ont émergé sur l'équilibre entre le soutien des économies durables et la préservation écologique (Dawson *et al.*, 2011). Par exemple, des recherches parmi les opérateurs touristiques de l'Arctique ont démontré que de nombreux opérateurs considèrent le LCT comme une opportunité (Johnston *et al.*, 2013), même si le fait d'amener des visiteurs dans

des endroits menacés n'est pas durable (par exemple, Wang *et al.*, 2010). D'autres études ont également démontré le paradoxe du LCT : parmi les visiteurs d'ours polaires à Churchill (Manitoba, Canada), plus l'aspiration à protéger l'espèce est forte, plus le désir de l'observer avant qu'elle ne disparaisse est fort, même si cela entraîne une disparition accélérée en raison de l'augmentation des émissions de carbone due aux déplacements (Eijgelaar *et al.*, 2010 ; Dawson *et al.*, 2011 ; Figure 40). En outre, les visiteurs qui parcourent de longues distances pour le LCT ont également déclaré être très préoccupés par le changement climatique (Groulx *et al.*, 2016a). Les opérateurs touristiques créent parfois des mécanismes de compensation carbone pour « compenser » les longues distances parcourues en avion. Cependant, une étude récente a démontré que la majorité des visiteurs du LCT au Canada ne sont pas disposés à payer une taxe carbone pour compenser leur empreinte écologique touristique, même s'ils sont conscients de l'impact de leurs voyages sur le changement climatique (Groulx *et al.*, 2019). En outre, une étude longitudinale récente montre qu'entre 2010 et 2018, à Churchill (Manitoba, Canada), une destination LCT de premier plan, a vu son empreinte carbone augmenter de 10 %. Dans le même temps, cette étude montre que la compréhension, par les visiteurs, de l'impact de leurs voyages sur le changement climatique reste limitée (D'Souza *et al.*, 2021). À l'inverse, toujours dans le contexte du tourisme lié aux ours polaires, Miller *et al.* (2020) ont montré que la visite d'un site LCT peut avoir un impact positif sur la volonté d'agir pour l'environnement.

Ces résultats soulèvent des questions sur le lien entre le LCT et la dissonance cognitive, un état psychologique consistant à détenir deux positions cognitives qui sont incompatibles (Aronson, 1969). Lorsque les individus sont en dissonance cognitive, ils peuvent répondre à cette tension et atteindre un état de consonance en modifiant leurs comportements pour répondre à leurs croyances ou en modifiant leurs croyances pour répondre à leurs comportements (Kassarjian & Cohen, 1965). Communément, dans le contexte du tourisme, les touristes qui présentent des dissonances cognitives justifient leurs choix, par exemple en niant leur responsabilité ou en arguant que leur voyage est une exception (Juvan & Dolnicar, 2014). Il est reconnu que la dissonance cognitive fait partie des principaux biais psychologiques menant à l'inaction face au changement climatique (Gifford, 2011) et constitue un obstacle au développement du tourisme durable. Par exemple, de nombreuses personnes soucieuses de l'environnement dans leur vie quotidienne font des choix non durables pour leurs vacances (Juvan & Dolnicar, 2014). Bien qu'aucune recherche n'ait été menée à ce jour sur le lien entre la dissonance cognitive et le LCT, plusieurs travaux ont illustré qu'il s'agit d'une position commune aux personnes engagées dans l'action contre le changement climatique (Gifford, 2011; Semenza *et al.*, 2008). Dans le contexte du tourisme glaciaire, des mesures peuvent être effectuées à l'aide d'une échelle *Nature Relatedness* développée pour analyser les niveaux individuels de connexion avec la nature (Nisbet

*et al.*, 2009) et les relations entre la motivation LCT et la perception du changement climatique. Cette échelle peut être utile pour tester la présence de dissonance cognitive au sein des sites LCT.

### *7.2 – Les motivations des visiteurs de la Mer de Glace*

Dans le cadre mentionné ci-dessus, l'objectif de ce premier travail est de (1) confirmer l'existence d'une motivation liée au LCT pour visiter les glaciers des Alpes ; (2) explorer les dimensions motivationnelles qui façonnent le LCT ; et (3) explorer la relation entre le LCT et la dissonance cognitive. Ce premier travail se concentre sur le site du Montenvers (Mer de Glace) et développe une méthodologie mixte (Creswell, 2009). Les résultats on fait l'objet d'une publication dans la revue *Tourism Geographies* (Salim & Ravanel, 2020) dont le texte est disponible en Annexe A5.

#### *Une méthodologie mixte*

Nous avons utilisé une méthode mixte mise en œuvre avec une stratégie de triangulation concurrente (Creswell, 2009). Nous avons mené une enquête quantitative pour déterminer les facteurs de motivation des visites touristiques et effectuer des analyses statistiques des motivations et d'autres caractéristiques des visiteurs, comme la perception du changement climatique. Des entretiens qualitatifs ont été menés pour explorer la structure des facteurs de motivation du LCT et identifier tout autre facteur potentiel. Pour une question de temps disponible les deux méthodes ont été menées simultanément comme suit.

Méthode quantitative

Pour connaître les motivations des visiteurs et tester l'occurrence du LCT, nous avons utilisé une enquête (Annexe 2) basée sur l'échelle REP (*Recreation Experience Preference*) développée par Manfredo *et al.* (1996). La partie motivationnelle de l'enquête contenait 20 éléments de motivation (échelle de Likert : 1 = pas important ; 5 = très important). À partir de l'échelle originale, nous avons sélectionné 14 items pertinents pour nos questions de recherche dans quatre catégories principales : relation aux autres, apprentissage, environnement et activité. Nous avons ajouté deux items de motivation concernant la spécificité du site d'étude (glaciers et grottes de glace) et quatre items concernant le LCT dérivés des études menées par Stewart *et al.* (2016) et Lemieux *et al.* (2018). Pour explorer la relation des participants à la nature et les liens avec la motivation, nous avons utilisé l'échelle Nature Relatedness Scale (NR-S), un test psychométrique développé par Nisbet *et al.* (2009). Nous avons ajouté quatre items sur le changement climatique, les caractéristiques démographiques, les programmes de séjour (par exemple, la durée du voyage et la date de la première visite) et la perception du paysage (par exemple, la satisfaction et les

attentes). L'enquête a été administrée à l'aide de tablettes électroniques avec le logiciel SphinxMobile (Ganassali, 2014) et a été auto-complétée par les répondants. Un pré-test (n = 10) a été réalisé en juin 2019, qui a conduit à la révision de l'enquête en supprimant une question concernant le NR-S qui n'était pas clairement comprise par les participants et en ajoutant trois questions concernant des motivations auxquelles nous ne nous attendions pas. Le pré-test a également permis de paramétrer le logiciel et les onglets utilisés afin de réduire les risques d'erreurs de saisie. L'enquête finale comportait 54 questions et prenait en moyenne 6 minutes à compléter.

Méthode qualitative

Pour les entretiens semi-directifs, le guide d'entretien (Annexe 3) contenait 16 questions principales construites autour de trois thèmes : caractéristiques démographiques, informations sur les voyages et motivation. Les sections sur la motivation étaient basées sur la théorie MEC, principalement utilisée en marketing et dans le domaine des loisirs, cette dernière ayant tendance à se concentrer sur le choix de la destination, le patrimoine, les expériences de plein air et les choix d'hébergement (McIntosh & Thyne, 2005). Nous avons également utilisé la technique de *laddering* (Klenosky, 2002). L'enquêteur a d'abord demandé aux participants d'énumérer leurs motivations pour visiter le site. Pour chaque élément énuméré, les répondants devaient expliquer pourquoi cette motivation était importante pour eux. Le processus se poursuivait jusqu'à ce que le répondant soit incapable d'énumérer de nouvelles raisons. Chacun des 26 entretiens a duré de 15 à 30 minutes et a été enregistré avec l'autorisation des personnes interrogées, tout en préservant leur anonymat.

Collecte des données

Il a fallu neuf jours pour collecter les données de ces deux méthodes. Les campagnes de terrain ont eu lieu uniquement lors de journées ensoleillées, pendant la haute saison estivale (juin et juillet 2019) et en hiver (décembre 2019). Ces deux périodes ont été choisies, car la fréquentation est alors la plus élevée. La même technique de recrutement a été utilisée pour les méthodes quantitative et qualitative, mais, pour garantir la diversité, les répondants à une méthode ne pouvaient pas répondre à l'autre. Pendant la période d'ouverture (9 h à 17 h) et sur le point de vue principal, les visiteurs âgés de 18 ans et plus ont été invités de manière aléatoire à participer en français ou en anglais. Lorsque nous rencontrions un groupe, nous décrivions brièvement l'étude et proposions à chaque membre de participer. Au cours des premiers entretiens, nous avons remarqué que lorsque l'enquête était expliquée avant l'entretien, les répondants se concentraient principalement sur les aspects liés au changement climatique et qu'il était difficile de recueillir

leurs motivations sous-jacentes. Pour limiter cette difficulté, nous avons expliqué l'étude après la collecte des données. Selon le chef d'exploitation du Montenvers, certaines personnes traversent le point de vue et utilisent le train pour rejoindre l'un des cinq refuges du bassin de la Mer de Glace et pour pratiquer l'alpinisme et l'escalade. Comme le guide d'entretien et l'enquête portent tous deux sur les motivations à venir au point de vue, ces visiteurs ont été exclus de la collecte de données. Pour compenser le peu de temps disponible en décembre, une équipe de huit chercheurs a participé à la collecte de données en hiver, tandis qu'un seul chercheur a participé à la collecte de données en été.

### Analyses

L'enquête quantitative a été analysée à l'aide de SPSS v.26 (Cronk, 2019) et des statistiques descriptives, des analyses factorielles exploratoires et de corrélation de Spearman ont été utilisées pour explorer les motivations des visiteurs (Williams *et al.*, 2010).

Tous les entretiens ont été transcrits, et une analyse de contenu conventionnelle a été appliquée (Hsieh & Shannon, 2005). Également appelée "développement inductif de catégories" (Flick *et al.*, 2004), cette méthode consiste à coder le texte pour saisir les concepts clés émergeant de chaque question ouverte. Chaque concept est ensuite recodé pour mettre en évidence ses différentes composantes. Pour cette étude, trois niveaux de codage ont été utilisés afin d'identifier les motivations et les valeurs qui les sous-tendent sans utiliser de catégories préconçues (Kondracki *et al.*, 2002).

### Limites

Cette étude comporte certaines limites inévitables. Tout d'abord, comme mentionné par Lemieux *et al.* (2018), les questions fermées quantitatives ne peuvent pas épuiser les motivations. De plus, l'échantillon était limité aux anglophones et aux francophones présents lors des pics de fréquentation, ce qui signifie que les visiteurs des circuits commerciaux soumis à des contraintes de temps étaient sous-représentés. Par ailleurs, l'étude s'est limitée aux visiteurs venus voir le glacier depuis le point de vue, excluant ainsi les grimpeurs et les alpinistes. Les contraintes de temps des visiteurs et leur désir de profiter de leurs visites expliquent la courte durée des entretiens. Idéalement, les recherches futures devraient réaliser ces entretiens avant les visites. Enfin, il n'y a pas de données sur les caractéristiques démographiques des visiteurs ; notre échantillon était limité aux répondants qui étaient sur place et nous n'avons pas pu tester sa représentativité.

**Tableau 3.** Caractéristiques démographiques et de visite.

| Démographie | Catégories | Échantillon *N = 434* |
|---|---|---|
| Sexe | | *n = 433* |
| | Femme | 219 (50.6 %) |
| | Homme | 214 (49.4 %) |
| Âge | | *n = 434* |
| | Fourchette | 18-80 |
| | Médiane | 41 |
| Pays de résidence | | *n = 418* |
| | France | 226 (54.1 %) |
| | Royaume-Uni | 42 (10 %) |
| | Belgique | 33 (7.9 %) |
| | U. S | 17 (4.1 %) |
| | Suisse | 14 (3.3 %) |
| | Canada | 13 (3.1 %) |
| | Autres | 83 (19.8 %) |
| Vivre... | | *n = 431* |
| | Dans une ville ou sa périphérie | 256 (59.4 %) |
| | À la campagne | 175 (40.6 %) |
| Première visite | | *n = 432* |
| | Oui | 260 (60.2 %) |
| | Non | 172 (39.8 %) |
| Glacier précédemment observé | | *n = 260*[a] |
| | Oui | 154 (59.2 %) |
| | Non | 106 (40.8 %) |
| Durée du séjour | | *n = 430* |
| | Un jour ou moins | 125 (29.1 %) |
| | 1 à 2 nuits | 75 (17.4 %) |
| | 3 à 5 nuits | 87 (20.2 %) |
| | 5 à 7 nuits | 92 (21.4 %) |
| | Plus de 7 nuits | 51 (11.9 %) |

[a]: Seulement pour les visiteurs qui ne sont jamais venus auparavant

L'enquête quantitative a été complétée par 447 répondants, parmi lesquels 13 (2,72%) ont été retirés parce qu'ils ont fourni des réponses incomplètes ou parce qu'ils avaient moins de 18 ans. Le jeu de données final comprend 434 répondants, 342 (79%) en été et 92 (21%) en hiver, et comporte moins de 5% de valeurs manquantes.

Les répondants étaient âgés de 18 à 80 ans (médiane : 41 ans), avec un nombre égal d'hommes et de femmes. Cinquante-sept pour cent étaient diplômés de l'université, 54,1 % étaient français et 74,4 % des étrangers venaient de l'Union européenne ou de Suisse (Tableau 3). La plupart des personnes interrogées ont planifié leurs vacances sans recourir à un tour-opérateur (88,9 %) et ont passé trois nuits ou plus à Chamonix (53,5 %). La plupart des visiteurs interrogés (60,2%) visitaient le Montenvers pour la première fois, et la plupart de ceux qui en sont à leur deuxième visite sont venus il y a moins de cinq ans (51,7%) et en été (78,5%). Une partie des personnes interrogées ne prévoyait pas de visiter un autre site touristique pendant leur voyage

(42,1%) ou prévoyait de visiter l'Aiguille du Midi (40,5%), l'un des plus hauts sites touristiques des Alpes (3842 m d'altitude), accessible par un téléphérique et également située à Chamonix.

En ce qui concerne le changement climatique et l'environnement, 90,8% des personnes interrogées pensent que le changement climatique existe, 82,5% pensent que l'homme est responsable du changement climatique et 72,8% reconnaissent que leurs actions ont un impact sur l'environnement.

La Figure 41 montre que les trois principales raisons de visiter le Montenvers sont "voir la beauté du paysage", être "proche de la nature" et "voir le glacier", suivies par les éléments relatifs au LCT. Inversement, les éléments concernant la "relation avec les autres" ont reçu des scores faibles, ce qui suggère qu'ils sont moins importants. Le score moyen pour chaque item montre que les quatre items relatifs au LCT arrivent en tête (4,03), juste devant les cinq items relatifs à l'environnement (4,00). Les trois items d'apprentissage suivent (3,72), puis les deux items d'attraction (3,26). Enfin, les six items de relations aux autres arrivent en dernier (2,62).

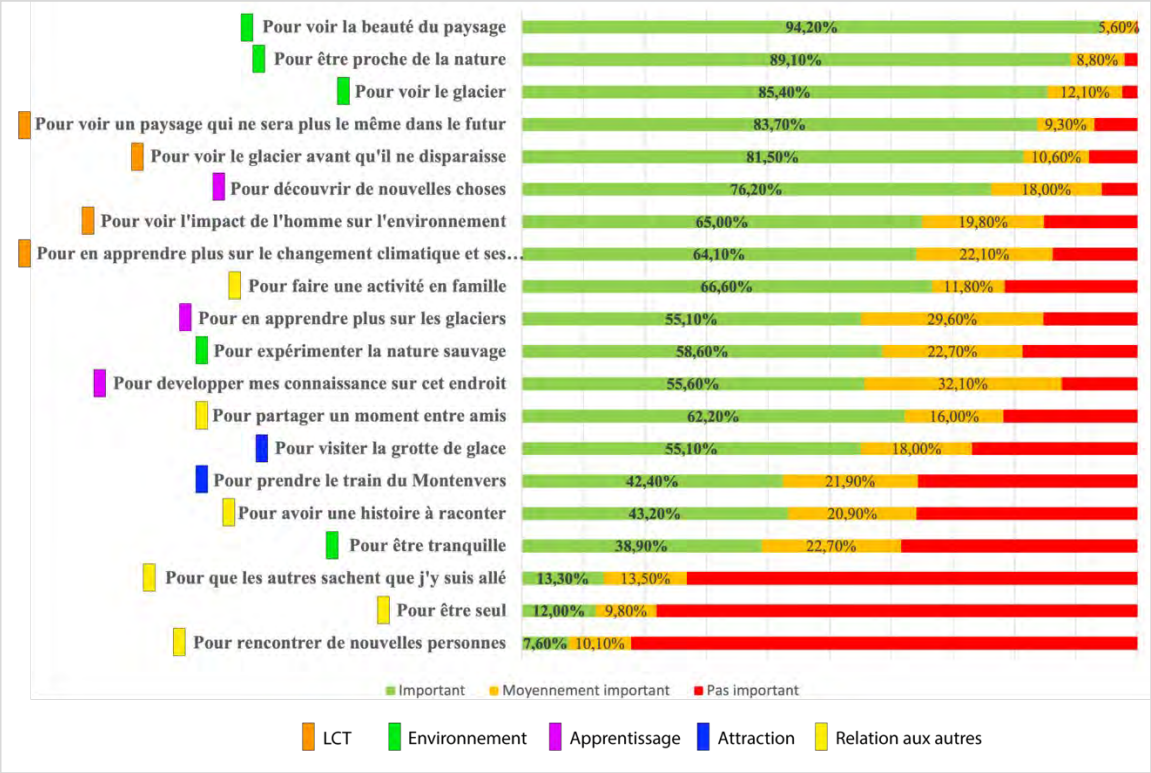



*Figure 41. Scores pour les motivations descriptives. Les items sont classés par ordre décroissant en fonction de leur score moyen (Échelle de Likert sur 5 niveaux : Important = 4+5 ; moyennement important = 3 ; pas important = 1+2).*

Des analyses factorielles exploratoires ont été utilisées pour comprendre les facteurs de motivation pour visiter le Montenvers et tester l'hypothèse que le LCT constitue un facteur prédominant. Après avoir éliminé les items chargés à plus de 0,30 dans différents facteurs et les items non chargés à plus de 0,40 (Steven, 2012), 11 items chargés dans cinq facteurs individuels expliquent 79,9% de la variance totale (Tableau 4). Le test de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) permet

de confirmer que les variables retenues forment un ensemble cohérent. Le test sphéricité de Bartlett permet quant à lui de vérifier l'hypothèse nulle selon laquelle les corrélations entre variables seraient égales à 0. Ces deux tests permettent de valider l'EFA, ici, avec un KMO de 0,750 et un test de sphéricité de Bartlett de 0,000, l'EFA est acceptable (Kim & Mueller, 1978).

Le facteur 1, comprenant des items liés au désir de découvrir et d'apprendre de nouvelles choses, a été étiqueté "facteur apprentissage". Le facteur 2, comprenant des items liés aux paysages naturels, a été nommé "facteur environnement". Le facteur 3, contenant des éléments relatifs à la relation avec les autres et à la volonté de parler du voyage, a été appelé "facteur Story Telling". Le facteur 4, qui comprend des éléments relatifs au LCT, a été nommé "facteur LCT". Deux items de la catégorie LCT ont été retirés en raison d'une charge croisée entre le motif LCT et le motif d'apprentissage, suggérant une dimension d'apprentissage du LCT. Le facteur 5, comprenant des items exprimant le désir de se détendre ou de faire l'expérience de la paix intérieure, a été étiqueté "facteur tranquillité".

**Tableau 4.** EFA des motivations des visiteurs du Montenvers-Mer de Glace[a].

| | Facteur de charge | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Apprentissage | Environnement | Story Telling | LCT | Tranquillité |
| Pour développer mes connaissances sur cet endroit | 0,894 | | | | |
| En savoir plus sur les glaciers | 0,835 | | | | |
| Découvrir de nouvelles choses | 0,594 | | | | |
| Pour voir la beauté du paysage | | 0,784 | | | |
| Pour être proche de la nature | | 0,736 | | | |
| Pour que les autres sachent que j'y suis allé | | | 0,692 | | |
| Pour avoir une histoire à raconter | | | 0,682 | | |
| Pour voir un paysage qui ne sera plus le même dans le futur | | | | -0,924 | |
| Pour voir le glacier avant qu'il ne disparaisse | | | | -0,794 | |
| Pour être calme | | | | | 0,700 |
| Pour être seul | | | | | 0,539 |

Méthode d'extraction : Factorisation selon l'axe principal.
Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.
a. La rotation a convergé en 8 itérations.

Les résultats du score moyen pour chaque facteur (Tableau 5) montrent que le motif environnement est le facteur prédominant (moyenne = 4,51). C'est également un facteur consensuel avec une faible variance (V = .404) et un faible écart-type (σ = .635). Le motif LCT est le deuxième facteur le plus important (moyenne = 4,28) avec une variance similaire aux trois facteurs suivants (V = 0,921). Les résultats démontrent que le LCT existe sur le site du Montenvers.

**Tableau 5.** Scores moyens pour les facteurs de motivation.

| | N | Moyenne | Écart type | Variance |
|---|---|---|---|---|
| Motivation environnementale | 431 | 4,514 | 0,63597 | 0,404 |
| Motivation LCT | 430 | 4,287 | 0,95989 | 0,921 |
| Motivation d'apprentissage | 430 | 3,550 | 0,97243 | 0,946 |
| Motivation Story Telling | 425 | 2,532 | 1,0515 | 1,106 |
| Motivation de tranquillité | 413 | 2,419 | 0,98229 | 0,965 |

Pour comprendre la corrélation entre les facteurs de motivation et les NR-S et CC-P, nous avons commencé par déterminer la structure des différents items inclus dans ces deux catégories. Une EFA a été réalisée avec sept items et avec un KMO acceptable (n = .712) et un test de sphéricité de Bartlett de .000 ; il a mis en évidence trois facteurs différents (Tableau 6).

**Tableau 6.** EFA de la relation à la nature (NR) et de la perception du changement climatique (CC-P) des visiteurs.

| | CC-P | NR | Utilisation de la nature |
|---|---|---|---|
| L'homme est responsable du changement climatique | 0,877 | | |
| La Mer de Glace va disparaître à cause du changement climatique. | 0,574 | | |
| Le changement climatique est réel | 0,552 | | |
| Je pense toujours à la façon dont mes actions affectent l'environnement | | 0,894 | |
| Ma conscience écologique affecte mon mode de vie | | 0,756 | |
| La protection de la nature n'est pas nécessaire, car elle est suffisamment forte pour résister aux impacts humains | | | 0,651 |
| Les humains ont le droit d'utiliser les ressources naturelles comme ils le souhaitent | | | 0,555 |

Méthode d'extraction : Factorisation selon l'axe principal.
Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.[a]
a. La rotation a convergé en 6 itérations.

Le premier facteur comprenait des items sur la perception du changement climatique, et a été étiqueté CC-P. Le deuxième facteur comprenait des items relatifs à la relation personnelle à la nature, que nous avons étiqueté nature relatedness (NR). Enfin, le troisième facteur correspondait aux opinions concernant l'utilisation de la nature par les humains ; il a été étiqueté utilisation de la nature. Un score moyen a été calculé pour chaque facteur et, notamment, seulement 0,9 % (n = 4) des répondants étaient en désaccord ou fortement en désaccord avec la proposition selon laquelle le changement climatique existe. Pour déterminer la fiabilité et la consistance interne des facteurs pour l'analyse de corrélation, nous avons calculé le coefficient alpha de Cronbach pour chaque facteur : le CC-P (α = 0,726) et le NR (α = 0,815) étaient acceptables (Nunnally, 1978). L'utilisation de la nature étant inférieure à 0,70 (α = 0,534), nous l'avons exclue de l'analyse.

**Tableau 7.** Corrélation de Spearman entre les facteurs de motivation, le NR, le CC-P et d'autres échelles liées à l'évolution des glaciers.

| | Motivation apprentissage | Motivation environnement | Motivation Story Telling | Motivation tranquillité | NR | CC-P | LE | VW | GD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Motivation LCT | **,422**** | **,461**** | **,271**** | **,102*** | **,316**** | **,367**** | 0,077 | 0,010 | **,360**** |
| Motivation apprentissage | | **,316**** | **,288**** | 0,073 | **,217**** | **,128**** | -0,001 | -0,072 | **,161**** |
| Motivation environnement | | | **,139**** | **,116*** | **,232**** | **,269**** | **,205**** | **,177**** | **,241**** |
| Motivation Story Telling | | | | ,**172**** | 0,051 | **,103*** | **,122*** | 0,010 | **,135**** |
| Motivation tranquillité | | | | | 0,062 | -0,043 | **,171**** | ,**242**** | 0,000 |

**. La corrélation est significative au niveau de 0,01 (bilatéral).

*. La corrélation est significative au niveau de 0,05 (bilatéral).

LE = Attentes en matière de paysage (1 = Non, 2 = Peut-être non, 3 = Peut-être oui, 4 = Oui) ; VW = Lieu sans glacier désormais (1 = Non, 2 = Peut-être non, 3 = Peut-être oui, 4 = Oui) ; GD = Le glacier va disparaître (1 = Fortement en désaccord, 5 = Fortement d'accord) ; NR = Lien avec la nature (1 = Fortement en désaccord, 5 = Fortement d'accord) ; CC-P = Perception du changement climatique (1 = Fortement en désaccord, 5 = Fortement d'accord).

Le Tableau 7 illustre les résultats de l'analyse de corrélation. Comme prévu, les facteurs de motivation sont modérément corrélés entre eux, ce qui confirme que le motif LCT est lié au motif d'apprentissage. Le motif LCT est modérément corrélé avec CC-P (r = 0,367, n = 416) et NR (r = 0,316, n = 425). Les résultats indiquent que plus les visiteurs sont conscients du changement climatique et de la disparition future du glacier, plus ils souhaitent s'engager dans le LCT. De plus, les facteurs environnement et tranquillité étaient légèrement corrélés à la fois avec la volonté de visiter le Montenvers en cas de disparition du glacier (VW) et avec la satisfaction du paysage (LE). Des tests-T ont été effectués entre les facteurs de motivation et différentes caractéristiques socio-démographiques (première fois ou non au Montenvers, habitant en ville ou à la campagne, visiteurs nationaux ou internationaux), mais aucune relation significative n'a été trouvée.

*Résultats qualitatifs*

Cinq catégories de motivation avec 17 dimensions ont émergé du codage du contenu des entretiens : Environnement, LCT, Renommée, Découverte, et Attributs humains (Tableau 8).

**Environnement :** La catégorie "environnement" a été identifiée dans 22 des 26 entretiens et comprend cinq dimensions : les "attributs naturels" décrivent les caractéristiques que les visiteurs ont pu vouloir voir (par exemple, la montagne, le glacier, la neige). La "relation à la nature" reflète le désir d'être proche de la nature :

*« Nous venons ici pour la nature, pour changer un peu de décor, bien qu'il semble que Chamonix soit très pollué par les camions et les voitures. Mais ici, on peut sentir la nature ».* F. 35 ans. Avec des amis

La notion de "paysage" reflète la volonté de faire l'expérience du paysage et est liée à la dimension plus abstraite de la "recherche de la beauté". L'"accomplissement" a été identifié comme une valeur finale pour cette catégorie de motivation.

**LCT :** Une motivation liée au LCT a été rapportée dans 20 des 26 entretiens. Cela confirme la présence de la LCT à la Mer de Glace. De plus, cette motivation est apparue le plus souvent spontanément au début des entretiens. Quatre dimensions sont apparues concernant le LCT. L'observation est la première et la plus fréquente, reflétant le désir de "voir" les effets du changement climatique et du retrait de la glace :

*« On voulait voir l'évolution de la Mer de Glace, on en entend souvent parler à la télé, la fonte des glaciers, on regarde ça, c'est triste »* H. 45 ans. Couple

**L' « urgence »** reflète la volonté de venir avant qu'il ne soit trop tard :

*« Beaucoup de gens nous ont dit : allez-y maintenant parce qu'après il n'y aura plus de glace". Et puis, on est arrivé à Chamonix en avril, et on s'est dit qu'il fallait faire vite ! »* F. 32 ans. Couple

**« Comprendre »** reflète une volonté de comprendre ce que le changement climatique implique :

*« On entend toujours parler du changement climatique et aujourd'hui on veut voir ce que ça veut dire. Je pense que vous pouvez vraiment voir ce que cela signifie lorsque vous voyez le glacier ».* H. 40 ans. Famille

La notion de **"témoignage"** fait référence à la motivation de parler des changements environnementaux entre les générations :

*« J'ai un livre que j'ai acheté pour mon petit-fils. C'est un livre d'images qui montre ce qui se passe... Et puis, nous avons emmené notre petit-fils avec nous. Je pense que c'est important pour les enfants de voir... de voir que ça a fondu »* H. 60 ans. Famille

**La notoriété :** Cette catégorie apparaît dans 12 des 26 entretiens et suggère que la réputation du site est une raison de le visiter. Elle comprend deux dimensions différentes qui correspondent à la reconnaissance du site. La dimension "Célèbre" concerne la réputation du site lui-même, la Mer de Glace étant considérée comme "incontournable" :

*« Il faut y aller au moins une fois dans sa vie ».* F. 30 ans. Seule

La dimension **« Opportunité »** fait référence aux visiteurs qui ne connaissaient pas le site avant leur arrivée à Chamonix :

*« Nous ne savions pas que nous pouvions aller là-haut, alors allons-y ! »* F. 40 ans. Couple

**Découverte :** Cette catégorie est présente dans 10 des entretiens et comprend l'envie de "découvrir de nouvelles choses" :

*« Nous sommes venus ici par curiosité, pour découvrir le lieu ».* H. 35. Couple

**« Tranquillité »** comprend le désir de trouver l'harmonie, le calme et l'"hédonisme" comme valeurs terminales :

*« On voulait avoir du plaisir, être tranquille ».* F. 40 ans. Couple

**Les attributs humains** : Cette dernière catégorie regroupe toutes les motivations liées à la présence d'équipements. L'"activité physique" comprend le désir de faire une promenade ou une randonnée. L'offre touristique fait référence aux installations touristiques sur place, comme la grotte de glace ou le train du Montenvers :

*« Et on voulait prendre ce train, qui est quand même quelque chose d'ancien... Et on voulait prendre ce train, qui est quand même quelque chose de vieux... ».* H. 45 ans. Famille

**L'histoire** correspond à la notion de patrimoine et à l'envie de découvrir l'histoire du site, notamment l'histoire du train (construit entre 1905 et 1909) et de l'alpinisme :

*« Ce qu'on a aimé ici, c'est de voir tout ce contexte alpin, l'alpinisme [...], les jeunes qui étaient là en groupe pour grimper ici. C'est beau de voir ça, cette culture de la montagne, et tous ces gens qui sont passionnés d'escalade, je trouve ça vraiment extraordinaire ».* H. 45 ans. Famille

**Tableau 8**. Résumé des dimensions motivationnelles pour chaque catégorie

| *Catégorie* | *Dimension* | *Catégorie* | *Dimension* |
|---|---|---|---|
| Environnement | | Notoriété | |
| 1 | Attribut naturel | 10 | Réputation |
| 2 | Relation avec la nature | 11 | Opportunité |
| 3 | Paysage | Découverte | |
| 4 | Recherche de la beauté | 12 | Découvrir de nouvelles choses |
| 5 | Accomplissement | 13 | Hédonisme |
| LCT | | 14 | Tranquillité |
| 6 | Observation | Attribut humain | |
| 7 | Urgence | 15 | Activité physique |
| 8 | Compréhension | 16 | Offre touristique |
| 9 | Témoignage | 17 | Historique |

*Existence et paradoxe de la motivation LCT*

Les résultats, tant quantitatifs que qualitatifs, confirment l'importance du LCT pour les visiteurs du Montenvers. Tout d'abord, les répondants ont attribué une note élevée à quatre éléments liés au désir de voir un élément naturel avant sa disparition. L'EFA a ensuite révélé un facteur spécifique au LCT (*i.e.* LCT *motive*), qui est le deuxième en termes d'importance derrière les facteurs liés à l'environnement. Troisièmement, les entretiens qualitatifs ont révélé une motivation liée au LCT dans 20 des 26 cas. Ces résultats étaient cohérents avec une étude récente menée sur le glacier Athabasca (Canada), suggérant que les glaciers sont désormais considérés comme des destinations de LCT (Lemieux *et al.*, 2018).

De plus, comme Dawson *et al.* (2011) l'ont observé pour le tourisme polaire, plus les visiteurs du Montenvers étaient conscients de l'origine anthropique du changement climatique, plus ils souhaitaient voir le glacier avant qu'il ne disparaisse malgré l'impact des émissions de gaz à effet de serre causées par leur tourisme. Cette affirmation est confirmée par les distances parcourues par les visiteurs du Montenvers (jusqu'à 18 816 km depuis leur domicile, 1 642 km en moyenne). La relation entre les facteurs LCT et NR a également démontré que plus les répondants ont obtenu un score élevé pour leurs NR, plus ils considèrent que le LCT est important. Ce résultat est pertinent pour la théorie de la dissonance cognitive : les visiteurs savent qu'ils contribuent au changement climatique et sont d'accord avec la conservation de la nature, mais parcourent de longues distances pour voir des glaciers. Dans d'autres contextes touristiques, des études ont démontré que les voyageurs éprouvent une dissonance cognitive entre leurs choix touristiques et leurs opinions environnementales (Juvan *et al.*, 2016 ; Juvan & Dolnicar, 2014). Bien que cela remette en question la responsabilité du développement de sites touristiques qui obligent les visiteurs à émettre des niveaux élevés de GES, la prise de conscience présente dans la dimension de compréhension du LCT peut contribuer à faciliter l'acceptation du message climatique, ce qui peut aider à transformer les connaissances en actions (Trolliet *et al.*, 2019).

*Dimensions motivationnelles du tourisme glaciaire.*

Les principales motivations de la visite des sites touristiques glaciaires étaient liées aux caractéristiques environnementales. Les résultats ci-dessus ont démontré que le paysage est la principale motivation pour visiter le Montenvers et d'autres sites touristiques glaciaires (par exemple Garavaglia *et al.*, 2012 ; Welling *et al.*, 2015). La cartographique hiérarchique des valeurs (Leppard *et al.*, 2004) présentée dans la Figure 42 synthétise les résultats. Les niveaux d'abstraction démontrent que la catégorie environnement se compose principalement d'attributs concrets (par exemple, voir un glacier et des sommets), tandis que le LCT se compose

principalement d'attributs abstraits (par exemple, voir le glacier parce qu'il est considéré comme un marqueur du changement climatique). L'importance des éléments environnementaux et du LCT était conforme aux résultats obtenus en Nouvelle-Zélande, où les visiteurs étaient attirés par les glaciers, la nature et le LCT (Stewart *et al.*, 2016), et au Canada, où la nature, la découverte et le LCT étaient les principales motivations des touristes visitant le glacier Athabasca (Lemieux *et al.*, 2018). Les corrélations entre les facteurs de l'EFA ont confirmé que le LCT contient des dimensions d'apprentissage, comme le suggèrent Groulx *et al.* (2016a). L'émergence inattendue de la motivation liée à la réputation a illustré le fait que ce site glaciaire est parfois inconnu des touristes avant leur arrivée à Chamonix.

Contrairement à une étude réalisée en Nouvelle-Zélande (Purdie *et al.*, 2020), les visiteurs du Montenvers étaient au courant du retrait glaciaire avant d'arriver sur le site, ce qui était également le cas du glacier Forni dans les Alpes italiennes (Garavaglia *et al.*, 2012). Étant donné que 93,3 % des visiteurs du Montenvers ont déclaré que le paysage répondait à leurs attentes, les modifications du paysage causées par le recul du glacier (Diolaiuti & Smiraglia, 2010) semblent ne pas encore avoir réduit l'attrait du site. Cependant, les modifications de l'accès au glacier constituent une difficulté supplémentaire pour les visiteurs de la grotte de glace, ce qui pourrait réduire son attractivité. Enfin, Wang *et al.* (2020) suggèrent que le LCT pourrait également augmenter les visites sur les sites touristiques des glaciers. Par conséquent, nous soutenons que LCT peut amener de nouvelles personnes sur ces sites, et nous supposons que leurs visites peuvent augmenter leurs comportements pro-environnementaux.

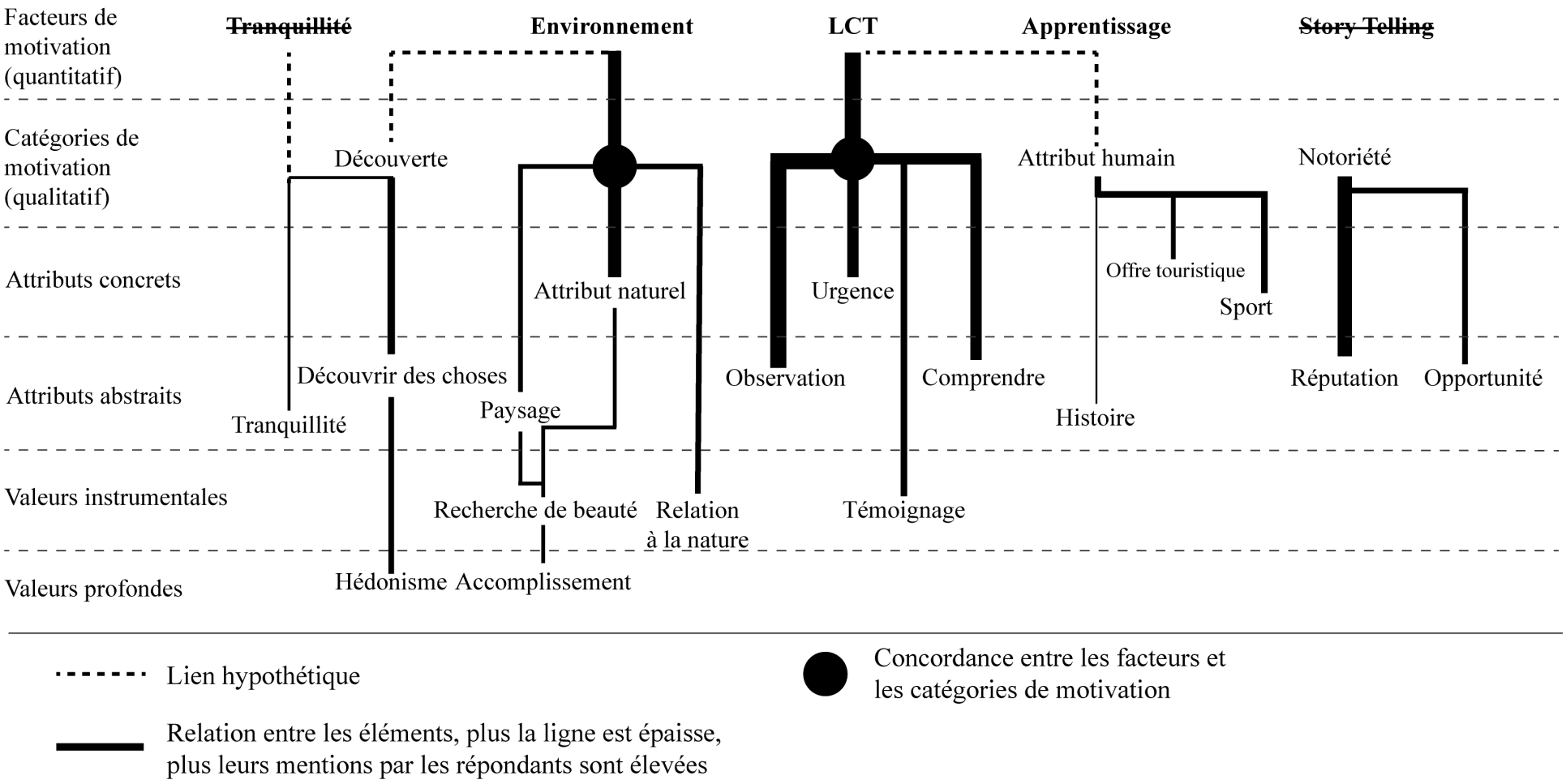



*Figure 38. Carte hiérarchique des valeurs (Salim & Ravanel, 2020)*

*LCT et tourisme glaciaire : implications pour les comportements pro-environnementaux*

Les principaux résultats des recherches sur la perception et la communication du changement climatique ont démontré que les visiteurs : (1) avaient une compréhension superficielle du changement climatique (Moser, 2016; Weber & Stern, 2011) ; (2) pensaient que changer leur comportement ne ferait pas de différence (Semenza *et al.*, 2008) ; et (3) avaient des difficultés à transformer leur volonté en action (Gifford, 2011). Il a également été démontré que la vision culturelle du monde et les connaissances sur le changement climatique (Shi *et al.*, 2015) ainsi que l'attachement aux lieux (Goldberg *et al.*, 2018) sont des éléments importants pour accroître la préoccupation du public à l'égard du changement climatique et améliorer l'acceptation des politiques et des changements de comportement en la matière. Par exemple, une étude récente sur la Grande Barrière de Corail a illustré que plus les gens avaient le sentiment de faire partie de l'environnement, plus ils le protégeaient (Goldberg *et al.*, 2018).

De plus, au-delà du discours dramatique sur les conséquences du changement climatique, l'utilisation de paysages visités ou virtuels comme moyen de communication semble être un élément important de l'action contre le changement climatique (Sheppard, 2005). Ces différents éléments, l'importance de la motivation d'apprentissage et les différentes dimensions du LCT, nous amènent à considérer les glaciers comme un vecteur d'amélioration des connaissances sur l'impact du changement climatique. Dans cette perspective, les opérateurs touristiques des glaciers peuvent améliorer la sensibilisation au changement climatique en utilisant des stratégies d'interprétation (par exemple, Howard, 1999) qui peuvent augmenter les comportements pro-environnementaux (par exemple, Marschall *et al.*, 2017; Powell & Ham, 2008)

Le Montenvers comprend les caractéristiques suivantes : 1) le long des 580 marches menant au glacier depuis le train, des panneaux indiquent la position du glacier en fonction des années ; 2) un centre d'interprétation du glacier a été construit en 2012 ; 3) de nombreuses photographies anciennes et des panneaux explicatifs sont dispersés sur le site ; et iv) un glaciologue est présent dans la zone d'observation principale pendant les trois mois d'été pour informer les visiteurs sur l'évolution du glacier. En outre, un projet est en cours d'élaboration pour faire de ce site un centre majeur d'éducation au changement climatique.

Comme cela a été évoqué dans d'autres études sur le LCT (par exemple, Lemelin *et al.*, 2010 ; Dawson *et al.*, 2011), les médias jouent un rôle essentiel pour préparer les visiteurs et leur inculquer un sentiment d'urgence face à la disparition de cette ressource naturelle. Cela s'applique à la Mer de Glace, qui est l'un des glaciers les plus célèbres de France, et le plus fréquemment utilisé par les journalistes pour illustrer les conséquences du changement climatique. Par exemple,

la base de données Europresse fournit 108 articles publiés dans la presse française depuis 2010 contenant à la fois les termes "Mer de Glace" et "Changement climatique". Cela devrait conduire à de futures recherches concernant l'impact des médias sur le développement de la motivation du LCT. Les études futures pourraient également examiner la relation entre le LCT et la dissonance cognitive en révélant, par exemple, comment les touristes "justifient" leurs choix, à l'instar des recherches de Juvan *et al.* (2016). En outre, la recherche pourrait évaluer le rôle que joue le matériel d'interprétation dans l'augmentation des comportements pro-environnementaux dans le tourisme de glacier et le contexte du LCT. Ce dernier point sera développé dans la Partie 4.

*Conclusion du travail mené au Montenvers*

Les résultats de la recherche par méthodes mixtes, utilisant les théories *push and pull* et MEC, menée au Montenvers ont montré que les motivations des visiteurs peuvent être divisées en six catégories principales : l'environnement, le LCT, l'apprentissage, la renommée du site, la découverte et les attributs humains. La motivation LCT était présente chez les visiteurs et comprenait quatre dimensions distinctes : observation, compréhension, urgence et témoignage. La motivation LCT est corrélée à la fois aux facteurs d'apprentissage et à la conscience qu'ont les visiteurs du changement climatique et de leur relation à la nature. Les corrélations ont confirmé le paradoxe du LCT qui semble être lié à la dissonance cognitive : plus les visiteurs étaient conscients de l'impact de l'homme sur le changement climatique, plus ils souhaitaient voir le glacier avant qu'il ne disparaisse, contribuant ainsi au changement climatique. Ce paradoxe soulève deux questions : (1) quelles sont les justifications de consonance des touristes de glacier, et (2) quel est l'impact d'une éventuelle prise de conscience post-visite et son effet sur les comportements pro-environnementaux ? Cette dernière question concerne la responsabilité des opérateurs du tourisme glaciaire dans la mise en œuvre de mesures pro-environnementales. Les glaciers sont des objets puissants et peuvent devenir des témoins des effets du changement climatique ; par conséquent, les sites touristiques glaciaires ont l'opportunité de devenir des "ambassadeurs" du changement climatique en utilisant des éléments d'interprétation comme ceux mis en place au Montenvers.

Enfin, nous proposons les initiatives de recherche suivantes. Tout d'abord, d'autres recherches sont nécessaires pour examiner plus en détail les dimensions de la motivation LCT qui a été mise en évidence ici. De plus, des recherches futures pourraient étudier la dissonance cognitive des touristes des grands glaciers en examinant la relation entre leurs motivations, les représentations du changement climatique et les justifications qu'ils utilisent pour atteindre l'état de consonance. Deuxièmement, des recherches sont nécessaires pour examiner l'impact de la couverture médiatique sur le développement de la motivation des visiteurs. Troisièmement, il

semble pertinent d'étudier l'impact de la visite de sites touristiques glaciaires et, plus généralement des sites LCT, sur la sensibilisation au changement climatique et l'adoption de comportements pro-environnementaux avant et après la visite.

### *7.3 – Motivations des visiteurs et LCT autour du tourisme glaciaire dans l'Arc alpin*

La section précédente montre que les principales motivations des visiteurs de la Mer de Glace comprennent des éléments liés à l'environnement et au LCT. Une seconde étude, publiée sous forme de Chapitre d'ouvrage dans le *Handbook of Niche Tourism* (Salim, 2022), réplique la méthodologie quantitative et son analyse pour les visiteurs du glacier du Rhône (Suisse). Pour limiter la taille de ce manuscrit, les résultats, similaires à ceux présentés dans la section précédente, ne seront pas exposés ici, mais sont disponibles en Annexe A6. Cependant, étant donné la diversité du tourisme glaciaire dans les Alpes européennes, ces motivations et paradoxes sont-ils communs aux différents sites, ou des caractéristiques propres à chaque site peuvent-elles expliquer ces motivations ? De plus, étant donné que les études sur les touristes glaciaires les considèrent souvent comme homogènes, peut-on identifier des segmentations de visiteurs des sites glaciaires ? Répondre à ces questions constitue l'objectif de cette contribution. Pour ce faire, six sites touristiques glaciaires alpins ont été sélectionnés selon l'inventaire présenté en Partie 1 (ou voir Annexe A1; Salim *et al.*, 2021a). Trois hypothèses principales sont testées : (h1) le caractère abordable et (h2) l'accessibilité physique du site influencent les motivations ; (h3) les éléments ci-dessus, ainsi que les motivations et les variables liées à la perception du changement climatique, peuvent être utilisés pour segmenter les visiteurs des glaciers. Ce faisant, ce travail cherche à aller au-delà des résultats présentés précédemment (Annexe A5 ; Salim & Ravanel, 2020) en tentant de les généraliser aux Alpes européennes, puis en identifiant les éléments spécifiques au site qui influencent les motivations, tout en déterminant les segments de visiteurs de glaciers et de LCT. Ce travail, objet de cette section a fait l'objet d'une collaboration avec Marius Mayer de l'Université d'Innsbruck (Autriche) et Philipp Johannes Sacher de l'Université de Göttingen (Allemagne). Il a donné lieu à une publication dans la revue *Journal of Sustainable Tourism* (Salim *et al*. 2022a), dont le texte est disponible en Annexe A7.

#### *Conception de l'enquête*

Pour assurer la comparabilité avec les données utilisées dans l'étude précédemment présentée (Salim & Ravanel, 2020), le questionnaire élaboré reprend les questions posées dans cette étude. L'enquête est donc basée sur l'échelle REP (Manfredo *et al.*, 1996) et comprend 43 questions. La partie motivation correspond à 18 questions à échelle de Likert (1 = pas important ; 5 = très

important) réparties en cinq catégories : relation aux autres ; apprentissage ; environnement ; activité (d'après Manfredo *et al.*, 1996) ; et LCT (d'après Lemieux *et al.*, 2018 ; Stewart *et al.*, 2016). Quatre questions à échelle de Likert (1 = pas du tout d'accord ; 5 = tout à fait d'accord) ont été ajoutées pour mesurer la sensibilisation au changement climatique et au recul glaciaire. Une question fermée et deux questions à échelle de Likert sont liées à l'appréciation du paysage et à la volonté de venir même s'il n'y a pas de glacier à voir (1 = non ; 4 = oui). Les 18 autres questions sont liées au voyage et aux caractéristiques sociodémographiques.

### *Collecte et analyse des données*

L'investigation a porté sur les 6 sites précédemment sélectionnés (Partie 2 ; *i.e.,* glacier Blanc [FR], glacier de Bionnassay [FR], Mer de Glace [FR], glacier d'Aletsch [CH], glacier du Rhône [CH] et glacier du Pasterze [AT]). La collecte des données a été réalisée en juillet-août 2019 et 2020, et en décembre 2019 pour le Montenvers-Mer-de-Glace (seul site ouvert en saison hivernale), à l'aide de tablettes et de SphinxMobile (Ganassali, 2014). Sur le point de vue principal de chaque site, pendant la période d'ouverture (9 h à 17 h), les visiteurs ont été invités de manière aléatoire à répondre à l'enquête après une brève explication sur l'objectif de l'étude et sur son anonymat. Le site de Franz-Josefs-Höhe fait exception à la règle : le taux de refus pour des raisons de Covid-19 étant élevé, des affiches comportant une brève description de l'étude et un QR code menant au questionnaire sur SphinxOnline ont été placées à plusieurs endroits du site. Les personnes étaient alors invitées à répondre à l'enquête en scannant le QR code avec leur téléphone portable. Cela peut constituer la principale limite de ce travail, car les répondants doivent utiliser leur propre téléphone. Cependant, les résultats montrent que les différences par rapport aux autres sites restent faibles.

### *Mise en œuvre des caractéristiques des sites et analyses*

Après la période de collecte des données, trois échelles ont été développées pour mesurer les catégories de coût et d'accès des sites. Les catégories de coût sont basées sur le prix d'accès pour une famille de quatre personnes (deux adultes et deux enfants). L'échelle va de : 1 = gratuit ; 2 = <100 € (36 € en moyenne) ; à 3 = <100 € (110 € en moyenne). Les catégories d'accès sont basées sur le temps nécessaire pour atteindre le point de vue sur le glacier depuis le parking, y compris le temps passé sur les infrastructures d'accès. L'échelle va de 1 = <20 min ; 2 = <60 min ; 3 = <90 min ; à 4 = >90 min. Enfin, la catégorie physique visait à mesurer le temps de marche nécessaire pour accéder au point de vue sur le glacier. L'échelle va de : 1 = <10 min ; 2 = <30 min ; à 3 = >30 min (un seul site : 120 min). Les trois échelles ont ensuite été ajoutées à la base de données.

Les données ont été analysées à l'aide de SPSS v.26 (Cronk, 2019). Des statistiques descriptives, une analyse factorielle exploratoire, des ANOVAs et une segmentation en classes latentes ont été réalisées. L'analyse de classes latentes (ACL) est l'outil de choix lorsqu'il s'agit d'analyser des variables catégorielles multivariées afin de procéder à une segmentation des cas. Il est ainsi possible de considérer l'hétérogénéité des goûts entre les groupes ou les segments de répondants. Cette technique est souvent appliquée dans les études concernant l'opinion publique, le comportement des consommateurs ou la prise de décision, en travaillant avec des échelles catégorielles ou au moins ordinales (Kamakura & Russell 1989 ; Chintagunta *et al.* 1991 ; Linzer et Lewis 2011). Le modèle ACL suppose que la population est composée de S segments et que chacun d'entre eux a une structure de préférence différente (Holmes et Adamowicz 2003). Contrairement à une analyse en cluster, l'objectif est de trouver une variable catégorielle non observée ou "latente" (X) qui explique les différences entre les facteurs d'intérêt observés (L), qui sont des variables polytomiques (Linzer et Lewis 2011). Une condition préalable au modèle est l'indépendance statistique (également appelée locale) entre les réponses à ces facteurs. Les répondants ou les cas sont ensuite distribués à plusieurs classes latentes qui sont plutôt homogènes en soi, mais diffèrent entre elles, suivant une fonction probabiliste. Ces probabilités vont de 0 à 1 et leur somme est égale à 1 pour chaque répondant. Le modèle ACL prend sa forme de base comme suit :

$$P(Y=y) = \sum_{x=1}^{C} P(X = x)P(Y = y|X = x)$$

Avec : Y : une des L variables observées

x : indice d'une classe latente particulière

y : une valeur particulière de la variable observée Y

Dans ce modèle, la probabilité de réponse y, $P(Y=y)$ est égale à la moyenne pondérée des probabilités spécifiques à la classe C $P(Y=y|X=x)$, tandis que $P(X=x)$ représente la proportion de personnes appartenant à la classe x (Vermunt et Magidson 2004). Comme le nombre de classes finales résultant des facteurs d'intérêt sélectionnés est inconnu, on calcule généralement une série de modèles en augmentant progressivement le nombre de classes dans chaque exécution du modèle. Ces modèles sont ensuite comparés en termes de critères d'information (CI) tels que le critère d'information bayésien (BIC) ou le critère d'information d'Akaike (AIC), dans lesquels des valeurs plus faibles correspondent à un meilleur ajustement du modèle (Train 2009). Outre le CI, l'interprétabilité des classes calculées est également un facteur à prendre en compte lorsqu'il s'agit de choisir le nombre final de classes (Lanza et Rhoades 2013). Le modèle ACL peut être étendu à un modèle de régression ACL en ajoutant des covariables qui expliquent les schémas de préférence des classes distinctes. Pour l'analyse ACL, le paquet polCA de R a été utilisé (Linzer et Lewis 2013). L'objectif était de déterminer comment les facteurs d'intérêt sélectionnés

(motivations, perception de la nature et du changement climatique, caractéristiques des visiteurs) diffèrent entre des sous-groupes précédemment inconnus et comment ces groupes diffèrent entre eux afin d'obtenir une segmentation des touristes glaciaires.

*Résultats*

L'enquête quantitative a été complétée par 1451 répondants. Un total de 121 (8,3 %) répondants ont été retirés parce qu'ils avaient moins de 16 ans ou parce que les réponses étaient incomplètes. L'ensemble de données final contient 1330 répondants répartis entre le Montenvers (439), le glacier du Rhône (216), le Nid d'Aigle (210), le glacier Blanc (195), le Franz Josef Höhe (147) et le glacier d'Aletsch (123).

Les répondants étaient âgés de 16 à 85 ans (moyenne : 42), avec une proportion égale en ce qui concerne le sexe. La majorité des répondants ont passé jusqu'à 5 jours dans la région (61 % ; 23 % ont passé un jour ou moins) et étaient des visiteurs domestiques (53 %). En ce qui concerne l'éducation, 57 % des répondants ont validé un diplôme universitaire. La plupart des répondants (58 %) vivent en ville ou dans sa banlieue, tandis que 42 % vivent à la campagne. Les répondants visitaient le site pour la première fois pour 67 % d'entre eux, mais 68 % d'entre eux avaient déjà vu un glacier ailleurs. Les trois principales raisons de visiter l'un des sites sélectionnés sont "pour voir la beauté du paysage", "pour être proche de la nature" et "pour voir le glacier". Le LCT est également important puisque 80 et 79 % des personnes interrogées considèrent qu'il est important de "voir le glacier avant qu'il ne disparaisse" et de "voir un paysage qui ne sera plus le même à l'avenir" respectivement.

En ce qui concerne la vision environnementale du monde, 91 % des personnes interrogées considèrent que le changement climatique est réel et 81 % que l'homme en est responsable. Le recul des glaciers est connu et 76 % des personnes interrogées pensent que les glaciers qu'elles voient vont disparaître à cause du changement climatique. Cela peut affecter la perception esthétique du paysage par les visiteurs, puisque 30 % des personnes interrogées qui étaient déjà venues considèrent que le paysage est moins beau que lors de leur dernière visite. Toutefois, l'insatisfaction à l'égard du paysage reste faible puisque seuls 4 % des répondants considèrent que le paysage ne répond pas à leurs attentes et 26 % déclarent qu'ils ne viendraient pas sur le site si le glacier n'était plus visible. Le détail de ces statistiques et leur répartition par site sont disponibles dans le Tableau 9.

La factorisation des motivations, de l'utilisation de la nature et de la perception du changement climatique de Salim & Ravanel (2020 ; section précédente) a été appliquée à l'ensemble des données. Cinq facteurs de motivation seront utilisés pour les analyses ultérieures : Le facteur Environnement, comprenant les items liés au paysage, à la nature et à l'environnement

; le facteur LCT comprenant les items liés au LCT ; le facteur Apprentissage comprenant les items liés à la découverte et à l'apprentissage ; le facteur Tranquillité, lié au désir d'être calme et seul ; et le facteur Story Telling, reflétant le désir de raconter le voyage aux autres. L'importance de chacun des facteurs de motivation montre que le tourisme de la dernière chance arrive en deuxième position pour l'ensemble des sites (Figure 43 ; Tableau 9. De plus, on voit que l'importance des différents facteurs de motivation est relativement stable à travers les sites.

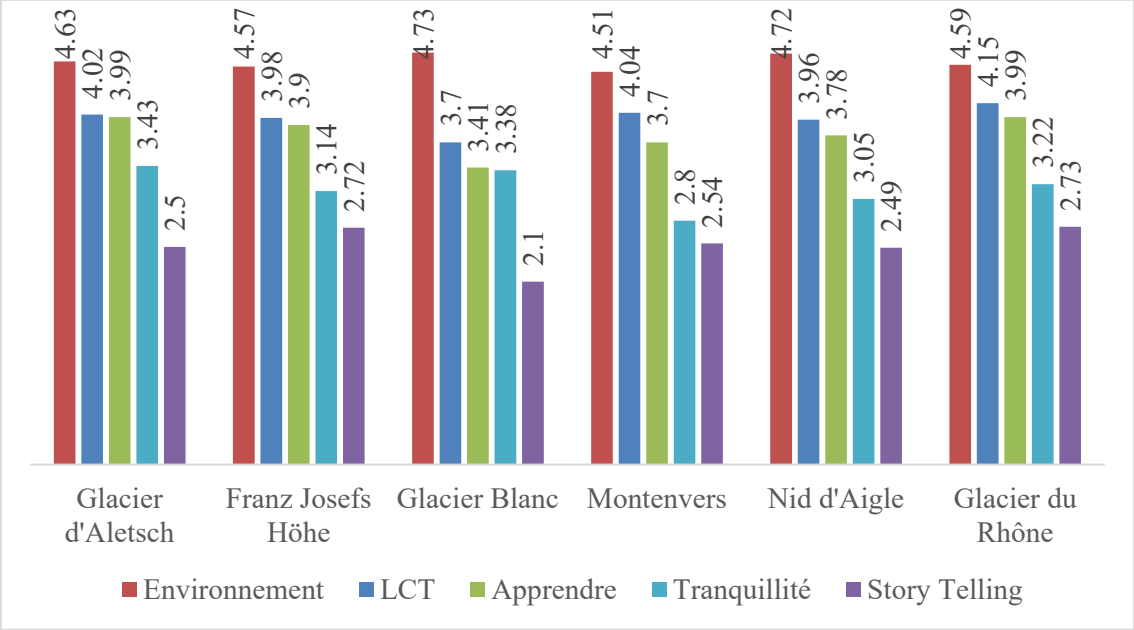



*Figure 39. Moyenne des scores de chacun des facteurs de motivation pour les six sites étudiés*

Des ANOVAs avec test post-hoc ont été réalisées pour l'ensemble des facteurs de motivation dans le but de tester la significativité des différences observées. Les résultats sont significatifs à $p<0,01$ pour l'ensemble des facteurs de motivations. Parmi les principaux résultats, on peut noter la plus faible importance des motivations LCT et Story Telling pour le glacier Blanc par rapport aux autres sites. À l'inverse, le facteur environnement est significativement plus fort pour le Nid d'Aigle et le glacier Blanc que pour les sites du Montenvers. Par ailleurs, la motivation Tranquillité est statistiquement plus faible au Montenvers que pour les autres sites.

Concernant les autres facteurs, on peut noter que la perception du changement climatique ne varie pas d'un site à l'autre et reste forte, que le glacier d'Aletsch est le site où l'insatisfaction liée au paysage est significativement plus faible qu'ailleurs et que la croyance en la disparition glaciaire due au changement climatique est stable parmi les sites. On peut également noter que la proportion de répondants venant pour la première fois est significativement plus élevée au glacier d'Aletsch, du Rhône et au Nid d'Aigle qu'aux Montenvers et au Franz Josefs Höhe. Ce constat est encore plus fort pour le glacier Blanc dont la majorité des répondants sont déjà venus.

| **Tableau 9**. Statistiques descriptives par site et total. | Glacier d'Aletsch | Franz Josefs Höhe | Glacier Blanc | Montenvers | Nid d'Aigle | Glacier du Rhône | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Facteurs de motivation (moyenne)** | | | | | | | |
| LCT | 4,02 | 3,98 | 3,7 | 4,04 | 3,96 | 4,15 | 3,99 |
| Environnement | 4,63 | 4,57 | 4,73 | 4,51 | 4,72 | 4,59 | 4,61 |
| Apprendre | 3,99 | 3,9 | 3,41 | 3,7 | 3,78 | 3,99 | 3,77 |
| Story Telling | 2,5 | 2,72 | 2,1 | 2,54 | 2,49 | 2,73 | 2,52 |
| Tranquillité | 3,43 | 3,14 | 3,38 | 2,8 | 3,05 | 3,22 | 3,08 |
| **Relation à la nature et CC-P (moyenne)** | | | | | | | |
| Lien avec la nature | 4 | 3,76 | / | 4,04 | 4,14 | 3,96 | 4 |
| Utilisation de la nature | 1,7 | 2,11 | 1,75 | 1,81 | 1,72 | 1,92 | 1,82 |
| Perception du changement climatique | 4,24 | 4,35 | 4,4 | 4,34 | 4,29 | 4,31 | 4,33 |
| Insatisfaction à l'égard du paysage | 3,89 | 3,6 | 3,71 | 3,59 | 3,79 | 3,79 | 3,7 |
| Volonté de visiter ... en cas de disparition du glacier (VW) | 2,91 | 3,32 | 3 | 2,87 | 3,04 | 2,89 | 2,97 |
| Le glacier va disparaître (GD) | 4,07 | 4,24 | 4,04 | 4,1 | 4,04 | 4,2 | 4,11 |
| En général, depuis votre dernière visite, est-ce que vous (1=beaucoup moins beau ; 5=beaucoup plus beau) | 3,41 | 2,88 | 2,86 | 2,48 | 2,77 | 2,9 | 2,72 |
| **Caractéristiques des visiteurs (moyenne et proportion)** | | | | | | | |
| Est-ce la première fois que vous venez sur ce site ? | 1,87 | 1,7 | 1,45 | 1,6 | 1,8 | 1,78 | 1,67 |
| Oui (2) | 87,00% | 70,10% | 44,60% | 60,40% | 79,50% | 77,70% | 67,30% |
| Non (1) | 13,00% | 29,90% | 55,40% | 39,60% | 20,50% | 22,30% | 32,70% |
| Avez-vous déjà vu un glacier | 1,92 | 1,79 | 1,72 | 1,75 | 1,88 | 1,73 | 1,79 |
| Oui (2) | 91,70% | 78,80% | 72,30% | 74,80% | 88,00% | 73,20% | 78,50% |
| Non (1) | 8,30% | 21,20% | 27,70% | 25,20% | 12,00% | 26,80% | 21,50% |
| Quelle est votre pratique de la montagne ? (1=non, 2=parfois, 3=souvent) | 2,24 | 2,13 | 2,35 | 2,11 | 2,11 | 2,06 | 2,15 |
| Âge (moyenne) | 41,4 | 37,7 | 45,2 | 42,3 | 47,4 | 37,9 | 42,2 |
| Sexe Féminin | 46,30% | 43,70% | 53,60% | 50,70% | 56,70% | 45,60% | 50,10% |
| International | 75,60% | 59,90% | 9,70% | 45,60% | 33,50% | 71,50% | 47,20% |

En termes d'expérience du site, le Montenvers est le site où les répondants étant déjà venus trouvent le paysage significativement moins beau que lors de leur dernière visite par rapport aux autres sites. Enfin, l'estimation de la vitesse du retrait glaciaire est significativement différente entre les sites : plus les glaciers sont grands aujourd'hui et plus la valeur est élevée (la disparition est temporellement lointaine).

**Tableau 10**. Test de Spearman entre les catégories de sites et les facteurs statistiques

| | LCT | Environnement | Story Telling | Apprentissage | Tranquillité | CC perception | Nature Use |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prix | **,069*** | -,043 | ,034 | ,047 | **-,172**** | -0,022 | -,004 |
| Access | **-,115**** | **,104**** | **-,172**** | **-,174**** | ,038 | 0,020 | **-,139**** |
| Effort physique | **-,131**** | **,132**** | **-,151**** | **-,151**** | **,115**** | 0,025 | **-,114**** |

**. La corrélation est significative au niveau de 0,01 (bilatéral).
*. La corrélation est significative au niveau de 0,05 (bilatéral).

Les tests de corrélation de Spearman réalisés entre les différents facteurs et les caractéristiques des sites montrent des corrélations significatives, mais de forces relativement faibles (Tableau 10). En substance, on peut noter que plus l'accès au site est long et plus l'effort physique est important, moins la motivation LCT est importante et plus la motivation Environnement l'est. Cependant, les forces des corrélations sont faibles ce qui limite la pertinence de leur interprétation.

L'analyse en segmentation latente a permis de faire émerger un modèle de segmentation des visiteurs en 4 classes. Avec un AIC = 34727,06 et un BIC = 35698,14, ce modèle est acceptable même si un modèle en 3 classes montrait des critères d'information légèrement plus faibles. Cependant, il nous semble que le modèle en 4 classes permet une interprétation plus intéressante en termes de question de recherche. Le modèle en question permet l'émergence des classes suivantes (Figure 44) :

- Classe 1 (16,4 % de l'effectif total) : se caractérise par la motivation la plus faible pour les cinq facteurs, l'adhésion la plus forte à une vision anthropocentrique de l'environnement (adhésion à "l'utilisation de la nature") et la perception la plus faible du changement climatique. Ses membres restent le plus longtemps, sont des visiteurs réguliers du site, ont une bonne expérience des glaciers, mais leurs attentes concernant la beauté du paysage sont les moins satisfaites. La classe 1 pourrait être qualifiée de **"visiteurs traditionnels des glaciers".**
- Classe 2 (27 %) : ses membres ont la 2e plus grande motivation pour les facteurs LCT, environnement et tranquillité et se classent 3e pour le Story Telling et l'apprentissage. Ils sont les moins d'accord avec l'anthropocentrisme, tandis que leur perception du changement

climatique est la 2e plus élevée, à peine inférieure à celle de la classe 4. Ils restent dans les destinations aussi longtemps que les membres de la classe 1 et ont la part la plus élevée de visiteurs réguliers et vont le plus souvent à la montagne. Tous les membres ont déjà vu des glaciers. La mesure dans laquelle les attentes en matière de beauté des paysages sont satisfaites est au 3e rang pour cette classe. Pour ces raisons, nous qualifions la classe 2 de **"visiteur de la dernière chance au sens large".**

- Classe 3 (30,3 %) : est le plus grand segment de visiteurs qui n'atteint ni des valeurs de motivation très élevées ni des valeurs de motivation très faibles (3e rang pour le LCT, l'environnement et la tranquillité ; 2e rang pour les récits et l'apprentissage). Les membres de la classe 3 sont les deuxièmes plus en accord avec l'anthropocentrisme et ont la deuxième plus faible perception du changement climatique. Ils séjournent le moins longtemps dans les destinations et en sont à leur première visite, avec le moins d'expériences avec les glaciers et en montagne. Cependant, leurs attentes concernant la beauté du paysage sont satisfaites au deuxième rang. Nous qualifions les membres de la classe 3 de **"visiteurs opportunistes et inexpérimentés"**.
- Classe 4 (26,3 %) : réunit les répondants avec la motivation la plus élevée pour tous les facteurs, dépassant de loin les autres segments, notamment en ce qui concerne le LCT, le storytelling et l'apprentissage. Leur perception du changement climatique est la plus élevée, tandis que l'anthropocentrisme est plutôt rejeté (3e rang) : les membres de la classe 4 restent plutôt peu de temps (3e rang) et sont pour la plupart des visiteurs pour la première fois (2e rang). Ils ont l'avant-dernière expérience des glaciers, mais se rendent le plus souvent en montagne (2e rang). Leur satisfaction quant à la beauté du paysage par rapport à leurs attentes est la plus élevée. Nous qualifions la classe 4 de **"visiteurs LCT groupe cœur"**.

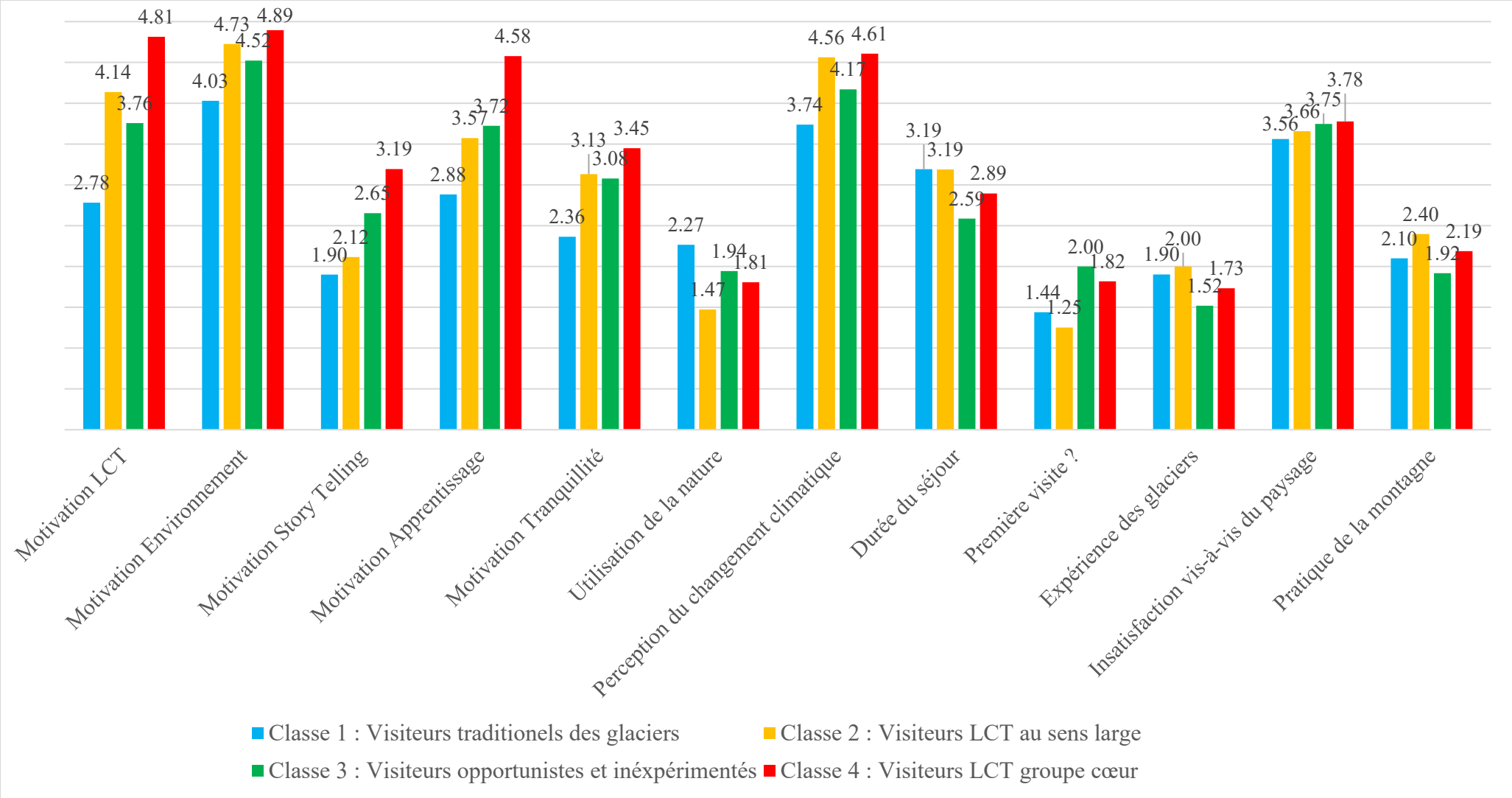



*Figure 40. Composition des quatre classes identifiées par variable incluses dans le modèle.*

*Notes : Toutes les variables sont significativement différentes selon l'ANOVA et le test post-hoc de Tamhane pour LCT, Environnement, Storytelling, Apprentissage, première visite, expérience du glacier ; sauf Tranquillité (Classe 2&3), Utilisation de la nature (CL 3&4), Perception du CC (CL 2&4), Durée du séjour (CL1&2, 1&4) ; insatisfaction (CL1&2 ; 2&3 ; 3&4) ; Pratique de la montagne (CL 1&4).*

*Toutes les variables ont été calculées sur la base d'analyses factorielles à partir de variables de type échelle de Likert en 5 points (1 = pas du tout important ; 5 = très important), à l'exception de la "durée du séjour" (5 niveaux de 1 à 5 respectivement : Un jour ou moins, 1 à 2 nuits, 3 à 5 nuits, 5 à 7 nuits, plus de 7 nuits), "Première fois ou visiteurs assidus" (assidus = 1, première fois = 2), "Avez-vous déjà vu un glacier auparavant" (non = 1, oui = 2), "Correspondance paysage/attentes" (non = 1, peut-être non = 2, peut-être oui = 3, oui = 4), "Pratique de la montagne" (3 niveaux : pas de pratique = 1, parfois = 2, souvent = 3).*

Ces quatre classes se répartissent différemment en fonction des sites (Figure 45). La classe 1 est particulièrement présente au Montenvers ainsi qu'au glacier Blanc tout en étant sous représentée au glacier du Rhône. La classe 2 est prédominante au glacier Blanc et moins aux glaciers du Rhône et d'Aletsch. La classe 3 est largement présente aux glaciers du Rhône, d'Aletsch et du Franz-Josefs-Höhe, mais moins au glacier Blanc. Enfin, la classe 4 représentant les touristes LCT est particulièrement présente aux glaciers du Rhône, d'Aletsch et du Franz-Josefs-Höhe, mais est clairement moins représentée au glacier Blanc. Cette répartition est statistiquement significative, mais reste limitée avec un V de Cramer = 0,129 à p<0,001.

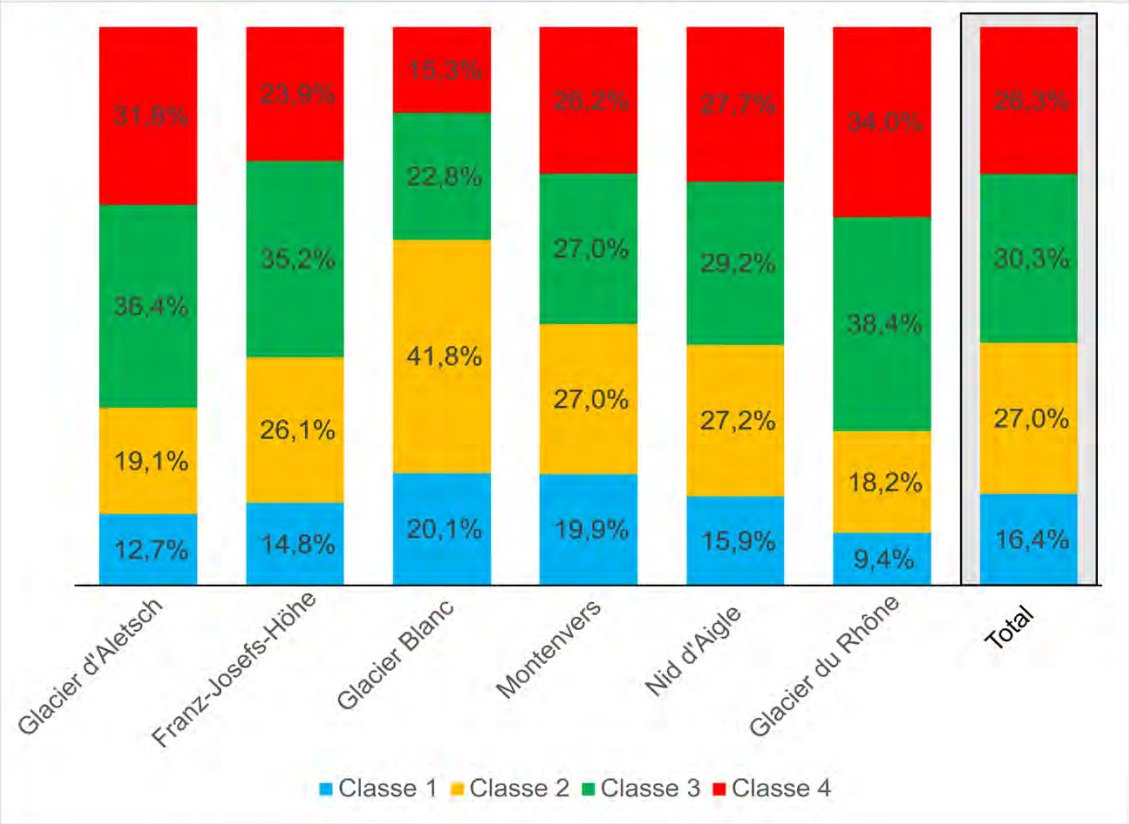



*Figure 45. Répartition des différentes classes de visiteurs en fonction des sites.*

Les tests de covariances effectués sont tous significatifs à p<0,001, mais leur force restent limitée avec un V de cramer ne dépassant pas 0,173. Cependant, malgré cette limite, certaines covariances apparaissent (Tableau 11). On voit notamment que la classe 4 (touristes LCT) est significativement plus présente sur les sites à coûts moyens à élevés et sur ceux où l'effort physique pour l'accès est moindre. Pour l'ensemble des sites, on voit également que cette classe 4 comporte principalement des visiteurs internationaux et de sexe plutôt féminin et jeunes (moyenne de 39 ans contre 45 et 47 pour les classes 1 et 2). D'autres variables ont été testées comme le fait de vivre en ville ou à la campagne, le niveau d'éducation, le désir de venir s'il n'y a plus de glacier à voir, mais aucun des tests n'a montré de corrélation significative.

**Tableau 11.** Analyse de covariance des différentes classes issue de la LCA et de différentes variables

| Variable | Cramér's V | Détail des résultats |
|---|---|---|
| Prix d'accès | 0.136*** | Cl.1 : faible +, élevé +<br>Cl.2 : faible +<br>Cl.3 : moyen +, élevé +<br>Cl.4 : moyen + élevé + |
| Temps d'accès | 0.112*** | Cl.1 : faible -, moyen +, long -<br>Cl.2 : facile -, moyen - ; long +.<br>Cl.3 : facile +, moyen -, long +<br>Cl.4 : facile +, moyen +, long - |
| Engagement physique | 0.118*** | Cl.1 : Cat. 1 -, Cat. 3 +<br>Cl.2 : Cat. 1 -, Cat. 3 +<br>Cl.3 : Cat. 1 +, Cat. 3 -<br>Cl.4 : Cat. 1 +, Cat. 3 - |
| Site | 0.129*** | Voir Figure 45 |
| Nationalité des visiteurs (Français, Suisse, Autrichien et international) | 0.102*** | Cl.1: Français +<br>Cl.2: Int. -, Français +<br>Cl.3: Int. +, Français -, Suisse +<br>Cl.4: Int. +, Suisse - |
| Visiteurs domestique ou international | 0.173*** | Cl.1: Similaire<br>Cl.2: int. -, dom. +<br>Cl.3: int. +, dom. –<br>Cl.4: int. +, dom. – |
| Genre | 0.108*** | Cl.1: homme ++<br>Cl.2: femme +<br>Cl.3: homme +<br>Cl.4: femme + |
| Âge | Significatif sauf pour Cl. 1 & 2, 3 & 4 | Cl.1: 47.9 ans<br>Cl.2: 45.1 ans<br>Cl.3: 39.0 ans<br>Cl.4: 39.9 ans |
| Estimation de la vitesse de retrait du glacier | CL2&3, 3&4 | Cl.1: 2.99<br>Cl.2: 2.67<br>Cl.3: 2.97<br>Cl.4: 2.70 |
| Satisfaction du paysage depuis la dernière visite | Pas de test post-hoc, car la Cl.3 ne concerne que les premiers visiteurs | Cl.1: 2.77<br>Cl.2: 2.70<br>Cl.3: NA<br>Cl.4: 2.71 |

*Discussion*

La première observation que l'on peut faire des résultats présentés concerne la grande stabilité des motivations en fonction des sites. Dans tous les cas, l'environnement reste la motivation principale des visiteurs et le tourisme de la dernière chance, la deuxième (score moyen de 3,99 sur 5). Ces résultats sont comparables à ceux des études portant sur le tourisme autour des barrières de corail (Piggott-McKellar & McNamara, 2017) ou autour des ours polaires (Dawson *et al.*, 2010). Ils indiquent que les glaciers sont bien perçus comme des éléments naturels en danger, et ce, dans l'ensemble des sites investigués. Cependant, ces motivations varient parfois fortement dans leur importance en fonction des classes latentes : deux d'entre elles, les classes 1 et 3 ont un intérêt faible pour le LCT quand les deux autres ont un intérêt fort pour ce facteur. L'analyse latente a également pu mettre en évidence l'existence d'une classe (Classe 4) pour laquelle le LCT est une très forte motivation et qui peut être qualifiée de « touristes de la dernière chance » (score moyen du facteur LCT de 4,81 sur 5 pour cette classe). Ainsi, contrairement aux études précédentes (*e.g.* Lemieux *et al.*, 2018; Salim & Ravanel, 2020), ce travail montre que le tourisme de la dernière chance et les motivations qui l'accompagnent ne sont pas unanimement partagés par l'ensemble des visiteurs et que parler de « touristes de la dernière chance » n'est ici pertinent que pour la quatrième classe qui représente 26,3 % de l'échantillon. La classe 2 a également un score LCT assez haut (4,14 sur 5), mais se compose plutôt de visiteurs nationaux, déjà venus et dont le séjour est plus long que pour les autres classes. D'après la composition des classes, on voit que les touristes de la dernière chance sont plutôt des visiteurs qui viennent pour la première fois (Classe 4) ou qui reviennent (Classe 2). Selon les dimensions de motivation du LCT présentée dans la section précédente (Salim et Ravanel, 2020), la classe 4 pourrait inclure des visiteurs dont l'objectif est de transmettre le glacier en tant qu'objet patrimonial. Cette hypothèse est appuyée par le score relativement fort de la motivation Story Telling pour cette classe. À l'inverse, il est difficile d'identifier une dimension qui soit propre à la classe 2, mais étant des visiteurs connaissant le site, on peut poser l'hypothèse qu'ils souhaitent, entre autres, constater l'évolution du glacier.

L'importance de la classe 4 (LCT) en termes de proportion par rapport à l'échantillon total sur chacun des sites diffère. La classe 4 représente 34 % des répondants au glacier du Rhône et 15,3 % au glacier Blanc. Plusieurs explications peuvent être discutées : la première est liée aux coûts financiers et physiques de l'accès. Plus les coûts sont faibles, plus la part de la classe 4 est importante. De plus, les différentes corrélations menées montrent que les accessibilités physique et financière exercent une influence (légère ; <0,200) sur les motivations, ce qui valide les hypothèses h1 et h2. Il semble donc que les « touristes de la dernière chance » soient plus présents dans les sites qui comportent le plus d'aménagements. La deuxième explication concerne le fait

que les visiteurs du glacier Blanc sont majoritairement nationaux et que la classe 4 surreprésente les visiteurs internationaux. Peu d'études ont tenté de caractériser les visiteurs LCT, mais les principales destinations étudiées sont des destinations qui accueillent une part importante de touristes internationaux (Dawson *et al.*, 2010; Lemieux *et al.*, 2018; Stewart *et al.*, 2016).

Ce travail confirme également les travaux de Dawson *et al.* (2011) et les observations faites au Montenvers (Salim et Ravanel, 2020 ; section précédente) puisque les corrélations entre la perception du changement climatique, l'utilisation de la nature et les motivations LCT sont stables à travers les sites. Cela confirme que plus les visiteurs LCT sont conscients du changement climatique et de leurs conséquences sur l'environnement et plus leur motivation LCT est forte. Cette corrélation se vérifie très bien chez le segment des touristes LCT. Cette forte conscience environnementale est également visible pour d'autres sites sans que cela n'amène à des changements de comportement. Par exemple, D'Souza *et al.* (2021) ont montré que les visiteurs de la destination LCT de Churchill (Manitoba, Canada) sont tout à fait conscients du changement climatique, mais que seule une petite proportion d'entre eux sont prêts à changer leurs modes de vie. Cette forme de dissonance cognitive (Salim & Ravanel, 2020) est également visible sur d'autres sites glaciaires (*e.g.*, Groulx *et al.*, 2019) et est un fait connu dans le monde du tourisme (Juvan & Dolnicar, 2014).

L'importance du LCT comme motivation pour les visiteurs des glaciers alpins et la potentielle perte d'attractivité que le retrait glaciaire pourrait amener aux sites (Garavaglia *et al.*, 2012; Moreau, 2010) pourraient pousser les opérateurs touristiques à développer le marketing autour du LCT. Cependant, outre les considérations éthiques à ce genre de marketing (Dawson *et al.*, 2011), le travail qualitatif mené au Montenvers montre que l'insatisfaction des visiteurs vis-à-vis du paysage reste faible et que d'autres éléments que le glacier peuvent être vecteurs de satisfaction. Ainsi, pour l'ensemble des sites investigués ici, l'insatisfaction liée au paysage est faible (score de 3,7 sur 5). Cela coïncide avec d'autres études menées dans un contexte glaciaire (Stewart *et al.*, 2016; Welling *et al.*, 2020). Le LCT et la forte motivation pour l'apprentissage rendent la médiation scientifique intéressante pour ce type de site. De nombreux sites touristiques glaciaires ont déjà développé les éléments d'interprétation et de médiation scientifique que ce soit dans les Alpes (Salim *et al.*, 2021a) ou ailleurs (Lemieux *et al.*, 2018; Purdie *et al.*, 2020). Selon Bussard *et al.*, (2022), le changement climatique et le retrait glaciaire renforcent la valeur scientifique des glaciers et en fait une ressource pour le géotourisme. Cette évolution est notamment prise en compte par les opérateurs du Montenvers et du Nid d'Aigle qui développent des projets de transformation des sites allant dans le sens du géotourisme (Clivaz & Savioz, 2020 ; Salim *et al.*, *2022e*). La question de la valorisation des sites touristiques glaciaires risque d'être plus délicate lorsque les glaciers auront finalement disparu des différents points de vue. Selon les résultats présentés, 26,1 % des répondants ne seraient pas venus si le glacier n'était plus visible.

Le score de réponse à cette question est également réparti en fonction des classes, ce qui suggère que les motivations y tiennent un rôle explicatif faible. La disparition des glaciers des points de vue étudiés à échéance relativement courte (30-50 ans ; Jouvet *et al.*, 2009; Jouvet & Huss, 2019; Peyaud *et al.*, 2020), questionne le LCT sous l'angle prospectif. Que deviendront les sites touristiques glaciaires et plus généralement les sites touristiques de la dernière chance lorsque les derniers glaciers, ours polaires, coraux, auront disparu ? Varnajot & Saarinen (2021) ont ouvert la discussion en questionnant le tourisme post-arctique et en liant ce concept à celui de *dark tourism*. Une analyse plus fine du lien entre ce dernier et le LCT pourrait permettre de mieux appréhender cette possibilité et sera proposée en Partie 4.

### *Conclusion du chapitre 7*

Les travaux menés autour de six grands sites touristiques glaciaires alpins ainsi qu'au Montenvers-Mer-de-Glace ont montré que le changement climatique et le retrait glaciaire associé font des glaciers des « espèces en voie de disparition » et contribuent au développement du tourisme de la dernière chance sur ces sites. Comme pour les autres types de tourisme relevant de cette catégorie, on voit que plus les visiteurs sont conscients du changement climatique et de leur impact sur l'environnement, plus ils voyagent dans des destinations parfois lointaines dans le but de voir les glaciers avant qu'ils ne disparaissent, liant LCT et dissonance cognitive. Par ailleurs, l'analyse en classes latentes a permis de faire émerger 4 classes distinctes dont 2 ont un haut score en termes de LCT, la classe 4 pouvant même être qualifiée de « touristes de la dernière chance ». Cela permet de montrer que les motivations des visiteurs ne sont pas homogènes et que seule une partie d'entre eux ont un intérêt fort pour le LCT (53 % de l'échantillon si l'on additionne les classes 2 et 4). Au-delà de la perte esthétique et d'intérêt potentiel des sites liés au retrait glaciaire, la question se pose de l'avenir du tourisme glaciaire une fois les glaciers disparus des différents points de vue et des conséquences de cette disparition sur les comportements des visiteurs. La perception esthétique des paysages glaciaires sera dont l'objet du chapitre suivant et le tourisme post-glaciaire sera discuté dans la partie 4.

# Chapitre 8 – Paysage en mutation, dégradation de l'expérience ?

Le chapitre précédent a bien montré comment le retrait glaciaire induit une modification des motivations des visiteurs par l'apparition du phénomène du tourisme de la dernière chance. Cependant, il semble probable que la motivation ne soit pas le seul élément de l'expérience touristique à être impacté. Le changement que le retrait glaciaire induit au paysage peut être une autre cause de modification de l'expérience. Ainsi, ce chapitre vise à questionner la manière dont le paysage est perçu et jugé par les visiteurs du site du Montenvers, en essayant de comprendre les éléments du paysage qui induisent chez le visiteur un jugement positif ou négatif. Les résultats présentés ici sont issus d'un article publié dans le *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* (Salim *et al.*, 2021d) et disponible en Annexe A8.

## *8.1 – Cadre théorique, entre paysage et perceptions*

### *La théorie du paysage*

Le terme "paysage" est apparu vers 1600 avec l'idée d'un lieu connu, pratiqué et habité par une population locale (Olwig, 1996). Cependant, selon Jacobsen (2007), il est actuellement compris comme un "paysage scénique". Une définition communément utilisée du paysage fournie par la Convention européenne du paysage indique qu'un paysage est "une zone, telle que perçue par les personnes, dont le caractère résulte de l'action et de l'interaction de facteurs naturels et/ou humains" (*Council of Europe*, 2017 ; p. 25). La compréhension du terme "paysage" dépend du paradigme épistémologique à travers lequel il est considéré. Pour les essentialistes, les choses contiennent des qualités intrinsèques qui constituent leur essence, et le "paysage" est donc une chose "en soi" (Chilla *et al.*, 2015). Pour les positivistes, le paysage est un objet observable qui peut être analysé par des mesures (Kühne, 2019). Pour les constructivistes, le paysage n'est plus une essence ou un objet physique que l'on considère, mais plutôt la manière dont il est construit individuellement et socialement (Kühne, 2019).

Deux grands paradigmes sont utilisés pour mesurer la perception esthétique d'un paysage par le public (Lothian, 1999) : le paradigme physique qui suppose que les propriétés physiques d'un paysage peuvent déterminer sa qualité esthétique, et le paradigme subjectiviste qui suppose que la qualité d'un paysage dépend des "yeux de celui qui regarde". Différents chercheurs ont souligné que les individus préfèrent les caractéristiques du paysage lorsqu'elles sont considérées comme naturelles plutôt qu'artificielles (par exemple, Purcell *et al.*, 1994 ; Zube *et al.*, 1982). Cependant, le paradigme subjectiviste semble prévaloir dans les activités de recherche (Daniel, 2001).

La recherche dans le paradigme subjectiviste a appliqué quatre approches différentes : experte, psychophysique, cognitive et expérientielle (Jacobsen, 2007). Selon Zube *et al.* (1982), l'approche "experte" suppose que l'évaluation esthétique du paysage implique des observateurs qualifiés et formés. L'approche "psychophysique" considère que l'évaluation de l'esthétique du paysage peut être réalisée par le public. Dans cette approche, le jugement esthétique est dérivé de la relation entre le paysage et l'observateur et est relatif à la fois à l'observateur et aux composantes physiques (Purcell *et al.*, 1994; Zube *et al.*, 1982). L'approche "cognitive" suppose que le jugement esthétique d'un paysage est dérivé des expériences passées de l'observateur, de son conditionnement socioculturel ou de ses attentes futures. Enfin, l'approche "expérientielle" considère que "les valeurs du paysage sont fondées sur l'expérience de l'interaction entre l'homme et le paysage, où les deux façonnent et sont façonnés dans un processus interactif" (Zube *et al.*, 1982 ; p. 8). Les études menées dans le cadre des approches experte et psychophysique se concentrent généralement sur la question de savoir si les paysages sont significatifs et/ou beaux. Les études menées dans le cadre des approches cognitive et expérientielle s'intéressent principalement aux questions théoriques relatives aux caractères des paysages, aux préférences et aux significations que les gens attachent à des paysages particuliers (Jacobsen, 2007).

Bourassa (1991) a considéré que les préférences paysagères sont le résultat d'une articulation entre des déterminants biologiques et culturels. Plus récemment, Hunziker *et al.* (2007) ont considéré que l'expérience du paysage peut être appréhendée selon deux modes : l'espace et le lieu. La recherche axée sur l'espace traite de l'héritage biologique ; par exemple, la théorie de la savane (voir Orians, 1980). En revanche, la recherche axée sur les lieux traite des antécédents socioculturels à l'aide de concepts tels que le sens du lieu ("*sense of place*" ; Hunziker *et al.*, 2007). Le sentiment d'appartenance à un lieu comprend l'attachement à un lieu, qui fait référence aux liens émotionnels entre un lieu et un individu (Raymond *et al.*, 2010). Un lieu a une signification symbolique liée aux attributs qu'un individu place sur un lieu (Stedman, 2016). L'identité du lieu fait référence à l'identité de soi telle que reflétée par l'environnement (Hunziker *et al.*, 2007). La dépendance au lieu fait référence à la façon dont un lieu sert les objectifs de réalisation (Jorgensen & Stedman, 2001). Ces concepts sont essentiels pour la recherche sur la préférence paysagère (Hunziker *et al.*, 2007).

Comme 90 % de la perception humaine est visuelle (Porteous, 1990), le paysage est un élément central du point de vue du tourisme. Le paysage est considéré comme le premier moyen de contact entre les lieux et les visiteurs (Terkenli, 2008), et les touristes utilisent souvent les dimensions esthétiques pour choisir une destination (Vogt *et al.*, 1994). De plus, la qualité esthétique d'une destination influence la satisfaction globale et les intentions de revisite (Lee *et al.*, 2011). Comme Howard & Sheth (1969) définissent la satisfaction comme la relation entre l'aspiration et l'expérience perçue, Oliver (1980) propose le paradigme *Expectancy-*

*disconfirmation* pour décrire le processus. Des études montrent que les motivations (Huang *et al.*, 2014) et les données sociodémographiques (Ma *et al.*, 2018) peuvent influencer la satisfaction. De plus, comme la relation à la nature (Nisbet *et al.*, 2009) et la perception du changement climatique sont corrélées aux motivations (Salim & Ravanel, 2020), il est possible que ces variables aient également une relation avec la satisfaction. Carlson (2007) a développé la théorie de l'Esthétique Cognitive qui propose que le jugement esthétique puisse être corrélé à la connaissance que le sujet a de l'objet observé.

Étant donné que plusieurs lieux touristiques dans le monde connaissent des modifications du paysage en raison du changement climatique (Nyaupane & Chhetri, 2009; Scott *et al.*, 2012), les études sur la façon dont les touristes réagissent aux paysages changeants sont cruciales pour soutenir les choix des opérateurs touristiques. En particulier, l'impact sur la satisfaction et le jugement esthétique semble être significatif et sous-étudié.

### *Perceptions des visiteurs de sites glaciaires sur le retrait des glaciers*

Plusieurs études ont montré l'importance du paysage dans le tourisme glaciaire. Dans la montagne de neige de Yulong (Chine), Yuan *et al.* (2006) ont montré que seulement 15,5% des personnes interrogées déclarent que le glacier n'était pas important dans leur décision de visiter l'endroit et, en conséquence, les auteurs ont suggéré que la fréquentation touristique dans la région pourrait diminuer de 19% à 43% en cas de disparition du glacier. Le nombre de visiteurs est également en baisse en Norvège, où la fréquentation touristique liée aux glaciers a diminué de 30% entre 2003 et 2009 (Furunes & Mykletun, 2012). Plus récemment, Stewart *et al.* (2016) ont montré que 46% des visiteurs des glaciers Franz Josef et Fox (Nouvelle-Zélande) disaient qu'ils ne visiteraient pas la région sans avoir la possibilité de voir le glacier. Concernant le tourisme sur glacier en Islande, Welling *et al.* (2020) ont montré que la volonté des visiteurs étrangers de revisiter le glacier à l'avenir est susceptible d'être réduite si des moyens de transport motorisés sont nécessaires. Weber *et al.* (2019) présentent quatre scénarii d'adaptation pour le glacier d'Athabasca et indiquent que le scénario à haute intégrité écologique (limitant le développement des infrastructures) est jugé plus positivement, en termes de satisfaction, par les visiteurs, que les scénarii à faible intégrité écologique. Ces résultats doivent être traités avec précaution puisqu'ils peuvent être sujets à différents biais – par exemple le biais de désirabilité sociale (Grimm, 2010) – notamment lorsqu'il est question d'environnement. Cependant, ces résultats soulignent l'importance de la naturalité pour le tourisme glaciaire, qui est révélée dans un grand nombre de publications sur les motivations des touristes à visiter les glaciers (par exemple, Stewart *et al.*, 2016 ; Lemieux *et al.*, 2018 ; Purdie *et al.*, 2020 ; Salim & Ravanel, 2020).

Certains chercheurs se sont penchés sur les perceptions des touristes concernant les changements de paysage. Moreau (2010) a mené une étude au glacier des Évettes (Alpes françaises) et a montré que le glacier est considéré comme l'élément le plus caractéristique des paysages de haute montagne et que le recul des glaciers est le changement récent le plus important perçu dans ces paysages par les visiteurs. Cependant, les formes proglaciaires sont mal comprises par les visiteurs du glacier des Évettes et 50 % des personnes interrogées considèrent que ces zones ne sont actuellement pas esthétiques. Dans les Alpes italiennes, Garavaglia *et al.* (2012) montrent que les visiteurs autour du glacier Forni peuvent percevoir des changements clairs dans le paysage, mais ils n'ont pas été en mesure de les quantifier. Stewart *et al.* (2016) ont réalisé une étude sur les activités touristiques liées aux glaciers en Nouvelle-Zélande et ont montré que les personnes interrogées considèrent que les glaciers ont changé depuis leur dernière visite en devenant plus "sales" et s'attendent à ce que le glacier soit plus grand. Comme remarqué par Moreau (2010), les visiteurs ne comprennent pas la dynamique complexe des paysages glaciaires et proglaciaires, ce qui a conduit Garavaglia *et al.* (2012) à demander plus de matériel in situ pour l'interprétation autour du glacier Forni en Italie. Groulx *et al.* (2016b) ont interrogé les visiteurs du glacier d'Athabasca à l'aide de photographies construites du futur paysage en fonction des changements environnementaux et des adaptations des opérateurs touristiques. Les résultats montrent que les visiteurs préféraient significativement le paysage actuel. Les adaptations proposées par les opérateurs touristiques, notamment l'expansion des infrastructures, entraînent une diminution de la volonté des visiteurs de retourner sur le glacier Athabasca, ce qui suggère que les visiteurs considèrent que la "naturalité" du paysage est importante. Ce résultat est soutenu par Weber *et al.* (2019) qui ont montré que l'intégrité écologique est importante pour les visiteurs du glacier d'Athabasca. Plus récemment, Welling *et al.* (2020) ont montré que 46,7 % des 556 personnes interrogées ne visiteraient pas le site du glacier islandais si le glacier est "considérablement recouvert de sable, de boue et de pierres". En outre, la perception du recul des glaciers par le public conduit au développement du tourisme de la dernière chance (LCT), qui repose sur la visite d'un élément naturel menacé "avant qu'il ne disparaisse, ne s'évanouisse ou ne soit irrévocablement transformé" (Lemelin *et al.*, 2010 ; p. 488). De nombreuses recherches ont montré que ce phénomène est pertinent pour le tourisme glaciaire (Lemieux *et al.*, 2018 ; Salim *et al.*, 2021b ; Salim & Ravanel, 2020 ; Stewart *et al.*, 2016), mais aucune n'a testé son implication pour la satisfaction vis-à-vis du paysage. Partiellement liés, He & Hinch (2021) ont montré que la mise en œuvre d'éléments d'éducation au changement climatique avait une influence positive sur la satisfaction globale des visiteurs.

Sur la base de ce contexte de recherche, l'objectif de cette étude est de comprendre comment un paysage glaciaire où les marques du changement climatique (moraines déstabilisées, langue glaciaire couverte de débris, etc.) sont clairement visibles, est considéré, en termes de

satisfaction paysagère et de jugements esthétiques, par les visiteurs. Trois questions de recherche sont abordées : i) quels éléments du paysage glaciaire perçus par les visiteurs les conduisent à formuler des jugements positifs et négatifs ? ii) Les caractéristiques des visiteurs lors de la visite du site influencent-elles leur satisfaction paysagère ? iii) L'évolution future du paysage induite par le changement climatique peut-elle diminuer l'attrait du tourisme glaciaire ?

## *8.2 – Le cas de la Mer de Glace*

### *Méthodologie*

Cette recherche utilise une stratégie de triangulation concurrente qui permet de mener des enquêtes qualitatives et quantitatives simultanément. Les résultats sont analysés indépendamment et ensuite comparés (Creswell, 2009). Dans cette étude, cette stratégie permet de mener une enquête qualitative sur les jugements portés sur le paysage glaciaire observé lors des entretiens, tout en menant simultanément une enquête quantitative pour mesurer les variables qui influencent la satisfaction (enquête présentée dans le chapitre 7). D'un point de vue pragmatique, cette approche permet d'élargir les sources de données collectées pour répondre aux questions de recherche (Creswell, 2009). Ces deux méthodes ont été mises en œuvre parallèlement durant l'été et l'hiver 2019. Au point de vue principal du Montenvers, les touristes ont été approchés de manière aléatoire pendant les heures d'ouverture de 9 h à 17 h et ont été invités à participer aux enquêtes après une brève explication du but de l'étude. Lorsque nous rencontrons un groupe, chaque membre a une chance de participer pour la partie quantitative et un seul pour la partie qualitative. Dans ce cas, le consentement d'une personne du groupe a été demandé pour être interviewé. Il s'agit donc d'un échantillon d'opportunité avec la personne qui a donné son accord. Pour assurer la diversité des réponses, les répondants d'une méthode ont été exclus de l'autre. Un seul chercheur a mené tous les entretiens qualitatifs, qui ont été enregistrés de manière anonyme avec l'autorisation des répondants. L'enquête quantitative a été menée à l'aide de tablettes électroniques par un chercheur pendant l'été et par une équipe de huit chercheurs pendant l'hiver en raison de contraintes de temps.

La méthode qualitative comprend 32 entretiens semi-directifs, et chaque entretien a duré de 20 à 30 min. Les entretiens semi-directifs ont été choisis, car ils offrent une certaine liberté d'expression aux répondants tout en étant suffisamment structurés pour répondre à un sujet précis (Galletta, 2013). Le guide d'entretien était composé de 27 questions permettant de comprendre les perceptions des répondants et leur appréciation du paysage.

Toutes les entrevues ont été transcrites et codées à l'aide de l'analyse directe du contenu (Hsieh et Shannon, 2005) et de MAXQDA (Saillard, 2011). Une interprétation dérivée de la

théorie ancrée (Charmaz & Belgrave, 2012) a été appliquée. Dans un premier temps, le codage a été utilisé pour classer les jugements des répondants en 2 catégories : positifs et négatifs. Un jugement est considéré comme positif ou négatif lorsque la personne interrogée décrit des éléments ou des idées sur le paysage qui lui plaisent ou lui déplaisent. Chaque jugement a ensuite été codé de manière inductive afin de refléter les propos des répondants en limitant leur abstraction (Charmaz, 2006). Cette étape a produit 40 et 22 codes pour les jugements positifs et négatifs respectivement. Les codes de chaque groupe ont ensuite été analysés pour en dégager les similitudes et les regrouper en catégories plus abstraites qui ont donné lieu à 9 et 8 catégories de jugements positifs et négatifs respectivement. Dans un deuxième temps, le corpus d'entretiens a été recodé afin de révéler les principales émotions exprimées par les répondants.

La méthode quantitative est composée du questionnaire développé dans le chapitre précédent. En plus des questions utilisées pour identifier les motivations des touristes et explorer les questions liées au LCT. D'autres variables liées au paysage et à la satisfaction ont été ajoutées afin de tester l'influence d'autres variables sur elles. Le questionnaire comporte six parties : informations sur le voyage, motivations, connectivité avec la nature, perception du changement climatique, jugements sur le paysage et caractéristiques socio-démographiques. La partie motivation comprend 20 items sur l'échelle de Likert (1 = pas du tout important ; 5 = très important) dérivés de l'échelle de préférence d'expérience récréative de Manfredo *et al.* (1996) et d'autres études concernant le LCT (Lemieux *et al.*, 2018 ; Stewart *et al.*, 2016). La partie sur les liens avec la nature était basée sur l'échelle des liens avec la nature (NR-S) fournie par Nisbet *et al.* (2009). La partie sur le jugement du paysage était basée sur deux questions à échelle de Likert liées à l'attente du paysage et une question sur les changements perçus depuis la dernière visite. L'échantillon contenait 447 enquêtes complétées, dont 13 ont été supprimées, car elles étaient incomplètes ou correspondaient à des réponses de personnes de moins de 18 ans. Par conséquent, la taille de l'échantillon pour l'analyse était de 434. Les données quantitatives ont été analysées à l'aide de SPSS v.26 (Cronk, 2019) et de SphinxIQ2 (Ganassali, 2014).

Une analyse factorielle exploratoire a été réalisée et présentée dans le chapitre précédent, qui a identifié cinq facteurs pour le LCT (voir le glacier ou le paysage avant sa disparition), l'apprentissage (découvrir de nouvelles choses), l'environnement (voir le paysage, être proche de la nature), le récit (désir de raconter le voyage aux autres) et la tranquillité (désir de calme et de solitude). Dans ce travail, les facteurs de motivation et les caractéristiques des touristes ont été des variables utilisées pour tester s'ils pouvaient expliquer la variable mesurant la satisfaction du paysage. Des statistiques ont été présentées pour décrire la fréquence des éléments liés à la satisfaction à l'égard du paysage. Une analyse de régression linéaire a été utilisée pour expliquer la satisfaction à l'égard des paysages. Dans le cadre de cette étude, cette technique permet d'expliquer une variable indépendante (satisfaction vis-à-vis du paysage) par rapport à un

ensemble de variables prédictives (Montgomery *et al.*, 2021). Les facteurs de motivation et la perception du changement climatique et du lien avec la nature ont été inclus dans l'analyse. D'autres variables liées aux caractéristiques du touriste ont été ajoutées (c'est-à-dire, première visite, âge, domestique ou international). Trois variables mesurant l'expérience de la montagne ont été ajoutées (i.e., visite régulière de la montagne, temps écoulé jusqu'à la disparition du glacier, pratique d'un sport de montagne). Enfin, une variable concernant la volonté de revenir après la disparition du glacier a été ajoutée.

*Résultats qualitatifs*

Parmi les 32 personnes interrogées, 15 étaient des femmes et 17 des hommes avec un âge moyen de 47 ans (fourchette de 22 à 70 ans), 7 (21 %) étaient étrangers et 25 (79 %) étaient français. Les primo-touristes représentent 23 (72 %) des répondants. Au cours des entretiens, 30 des 32 répondants (94 %) ont porté au moins un jugement positif sur le paysage et 25 des 32 (78 %) ont exprimé au moins un jugement négatif. Les codes initiaux créés à partir des transcriptions des entretiens ont été classés par catégories. Le résumé des codes est présenté au Tableau 12. Dans les sections suivantes, nous décrivons les catégories basées sur le jugement positif ou négatif. Nous considérons qu'un jugement positif d'un élément du paysage contribue à la satisfaction globale du site et qu'un jugement négatif contribue à l'insatisfaction. L'élaboration de la théorie ancrée sera effectuée et analysée par rapport aux résultats quantitatifs dans la section discussion.

**Tableau 12**. Récapitulatif des différents codes de jugements positifs et négatifs

| Perceptions négatives | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Réflexivité | Dégradation de la nature | Identité | Changement du glacier | Sècheresse | Désolation | Couverture détritique | Attractivité |
| Réchauffement climatique | Perte de naturalité | Dégradation d'une pratique | Volume de glace | Manque de neige | Impact | Roches et sable | Perte d'intérêt |
| Problèmes | Disruption | Perte de ce qu'on aime | Manque de glace | Sec | Chaos | Sale | |
| Peur du futur | Défiguré | | | | | Camp de travail | |
| | Sans vie | | | | | Gris | |
| | Décomposition | | | | | | |
| | Dégradation | | | | | | |

| Perceptions positives | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wilderness | Sublime | Réflexivité | Rareté | Naturalité | Identité | Humilité | Hédonisme | Changement |
| Raideur | Hauteur | Changement climatique | Première fois | Végétation | Identité nationale | Enchantement | Impressionné par les | |
| Wilderness | Magnifique | Histoire de la planète | Récompense d'une attente | Jardin | Près de chez soi | Sérénité | Intérêt pour le changement | |
| Danger | Paysage multiple | Rôle à jouer | Paysage singulier | Nature bien faite | Échelle | Calme | Paysage informatif | |
| Frissons | Gigantisme | Mystère | Non commun | Protection | Place dans le monde | Ressourcement | Changements entre deux visites | |
| Contrastes | Magnétisme | | | Naturel | Humilité | Joie | | |
| Force des éléments | Distance | | | | | Bien-être | | |

*Jugements positifs*

La première catégorie du jugement positif est liée à la notion de « **sublime** ». Elle comprend des codes liés aux distances entre les objets (montagnes) et à leurs hauteurs, au fait d'être "magnétique" (attirant pour l'œil), ou au caractère "gigantesque" du paysage. Ici, le sublime inclut également la notion de "paysages multiples", c'est-à-dire une forte perception de la variété des éléments présents dans le paysage et la notion de magnificence.

La deuxième catégorie est liée au concept de **« naturalité »**, qui est compris comme un paysage exprimant la "nature". Elle comprend des codes tels qu'un environnement protégeant une "nature bien faite". Cette catégorie comprend également un code plus concret lié à la végétation. Enfin, certains répondants considèrent que le paysage renvoie à l'idée d'un "jardin".

La troisième catégorie positive identifiée est le sentiment d'**humilité** que le paysage évoque. Bien que lié à l'idée de sublime, ce sentiment de n'être "rien par rapport au paysage contemplé", "petit par rapport à la nature", signifie l'humilité, et il inclut également des codes reflétant les différentes « échelles » perçues dans le paysage.

L'**hédonisme** est la quatrième catégorie, et elle est liée à des codes tels que le bien-être, le bonheur, et les idées de paysage ressourçant, de calme, de sérénité, et d'enchantement. La catégorie de la **réflexivité** correspond aux répondants qui considèrent que le paysage les amène à réfléchir et que cette réflexion est positive. Elle inclut l'idée de mystère et les répondants considèrent que le paysage est révélateur des conséquences du changement climatique ; cependant, cela n'est pas perçu comme négatif, mais plutôt comme une façon de repenser le rôle d'un individu. Enfin, certains répondants considèrent que le paysage reflète l'histoire de la planète.

La catégorie du changement reflète les modifications du glacier. Ces **changements** peuvent être perçus positivement, car ils fournissent des informations sur le paysage ; certains touristes s'intéressent à l'évolution du glacier entre deux visites, ce qui les impressionne positivement.

La septième catégorie correspond à **la nature sauvage (*wilderness*)**. Elle comprend des concepts tels que l'idée que le paysage représente "la puissance des éléments", "le danger" ou que le paysage procure des "sensations fortes". Cette catégorie comprend également des notions plus concrètes liées aux contrastes du paysage ou à la raideur des parois montagneuses.

La huitième catégorie attribue le paysage à **la rareté**. De nombreux touristes considèrent qu'il n'est pas commun de voir ces paysages, que c'est la première fois qu'ils en sont témoins, ou qu'ils ont attendu longtemps pour les visiter ; qu’ils ont donc été « récompensés de leur attente ».

Enfin, la neuvième et dernière catégorie de jugements positifs concerne le **sentiment d'identité**. Il est lié à une échelle locale ou régionale, où les touristes vivant à proximité du lieu sont "fiers" et considèrent que ce paysage appartient à leur foyer. D'autres considèrent qu'il est un paysage emblématique pour le pays et considèrent qu'il leur appartient et qu'il est en quelque sorte le reflet d'une identité nationale. Un résumé des catégories positives et des citations associées à chacune d'entre elles est fourni dans le Tableau 13.

**Tableau 13.** Catégories positives et citations associées

| Catégories | Citations | Occurrence |
|---|---|---|
| Sublime | "Moi en termes de paysage, voilà ce qui m'a impressionné, comme hier à l'Aiguilles du Midi, on est très haut, et puis en fait on lève les yeux et il y a encore plus..."<br>"Ouais, ce grand, ce vaste... sachant ça, sachant qu'il y a une sacrée distance de là à là. Donc, oui, il y a ce grand désert là-bas... Vous pouvez déjà voir cette grandeur jusqu'ici." | 26 |
| Wilderness | "J'ai l'impression qu'on ne peut pas aller partout, et la nature nous oblige aussi à ne pas aller partout. Eh bien, il y a des endroits où c'est impraticable parce que c'est dangereux, et c'est aussi très beau de voir ça."<br>« Il n'y a pas de vie, enfin l'être humain n'est pas là, on ne voit pas de maisons, on ne voit pas d'usines, on ne voit pas de voitures. C'est aussi son côté sauvage. » | 17 |
| Naturalité | "On ne va pas dire que ça ne bouge pas, mais c'est le côté où les hommes se sont arrêtés, puis c'est la nature…"<br>" Après ça, on regarde le désert, il n'y a pas de vie, il n'y a pas d'être humain, on ne voit pas de maisons, on ne voit pas d'usines, on ne voit pas de voitures. C'est aussi son côté sauvage qui est beau." | 14 |
| Hédonisme | "Je trouve que [le paysage] me remplit de... Je me sens en paix quand je le vois.<br>"Oui, c'est un havre de paix ici, je me sens reposé quand je vois ce [paysage]." | 14 |
| Humilité | "Mais on est petit, et j'ai l'impression qu'on ne peut pas aller partout, et la nature nous oblige aussi à ne pas aller partout, c'est impraticable parce que c'est dangereux, parce que c'est ça, et c'est beau aussi de voir ça." | 8 |
| Rareté | "C'est magnifique, ça vous emporte, ça nous montre à quel point nous sommes petits."<br>"C'est splendide, c'est quelque chose qu'on n'a pas l'habitude de voir, sauf en photo."<br>*"My first impression is wow. Really personally I've never seen that before, so, wow."* | 7 |

| | | |
|---|---|---|
| Changements | "Nous allons en haut pour voir le changement. C'est beau et puis c'est comme si on venait voir autre chose. On est au même endroit, mais chaque année, ce n'est pas tout à fait la même chose."<br>"Je pensais que c'était bien de voir le glacier, quand le glacier était à ce niveau, cette année-là. Et je savais qu'il fondait, mais je ne savais pas que c'était si rapide ou si important en si peu de temps. Donc c'est impressionnant, je suis impressionné." | 5 |
| Réflexivité | "Je pense que nous sommes dans un de ces endroits qui font que les enfants se parlent entre eux. Nous sommes trois générations. C'est un endroit, contrairement au bord de mer, où on va dans des endroits, euh... pour des vacances ou des paysages où je ne pense pas qu'on ait ce genre de réflexion. Je pense que ce glacier est une réflexion que nous avons depuis ce matin, quand nous avons su que nous allions venir ici." | 4 |
| Identité | "Ça me fait penser qu'on a de beaux endroits en France. Je pense qu'on essaie souvent d'aller à l'étranger et finalement notre France est belle et il faut la préserver. C'est ce que je pense quand je regarde ça. Je me dis qu'on n'a pas besoin de passer des heures et des heures dans l'avion pour voir un si beau paysage. C'est bien que tout le monde le sache et qu'on préserve notre environnement."<br>"En voyant ce paysage, en tant que Français, je me limite à mon pays. Je suis fier quand je vois tout ça par moi-même. Je me dis que c'est à nous." | 4 |

*Jugements négatifs*

Les catégories liées au jugement négatif sont en grande majorité liées au glacier. Les 25 personnes interviewées qui ont exprimé des jugements négatifs sur le paysage ont toutes décrit des **modifications du glacier**. Les changements du glacier les plus exprimés sont la perte de volume et de son importance dans le paysage par rapport aux souvenirs du visiteur, c'est-à-dire qu'elle est souvent beaucoup plus importante que celle qu'ils expérimentent au moment de l'enquête. Le recul des glaciers est perçu comme créant un vide dans ce qui est observé et provoque une dépréciation esthétique.

L'extension de la **couverture détritique** est la deuxième catégorie : les répondants s'attendaient à ce que le glacier soit plus blanc. Dans leur imagination, la glace était même bleutée, turquoise ou translucide, et l'aspect grisâtre du glacier est perçu négativement. Parmi les commentaires exprimés et qui reflètent cette catégorie, citons le paysage "pierreux", "gris" ou "sableux", "on dirait un chantier", "ça m'a fait penser à la construction du canal de Suez" ou "j'ai

l'impression qu'il a été gratté par des machines." La présence de roches et de sable conduit à la perception d'un "glacier sale".

Le **manque de neige** et donc le manque de "blanc" à la surface et autour du glacier, considéré comme faisant partie du paysage de haute montagne, conduit à la troisième catégorie appelée "sécheresse". Outre les problèmes d'enneigement, elle inclut l'idée d'un paysage sec, qui est perçue négativement.

Ces éléments conduisent à une expérience de "**désolation**" et considèrent le paysage comme "chaotique". Cette catégorie contient également l'idée que ce paysage a été "impacté", c'est-à-dire "qu'il n'est pas ce qu'il devrait être".

La catégorie suivante se rapporte à l'idée de "**dégradation de la nature**", spécifiquement par les humains. Un touriste mentionne : « Ce n'est tout simplement plus naturel, c'est comme si on voyait l'empreinte humaine qui a défiguré le paysage ». L'anthropisation, perçue comme ontologiquement destructrice, entrave l'imagination d'une « nature naturelle » utopique et conduit à un jugement négatif sur le paysage. De plus, ce paysage, d'un point de vue temporel, est considéré comme se décomposant ou se dégradant en permanence. Cette catégorie contient également l'idée d'un paysage sans vie et défiguré, témoin d'une perturbation.

Comme pour les jugements positifs, une catégorie liée à la **réflexivité** est présente. Elle concerne le paysage perçu comme représentant le changement climatique et révélant un problème. Enfin, pour certains répondants, il implique une peur de l'avenir.

Le sentiment d'**identité** est également présent, exprimé par l'idée de la perte d'un objet emblématique (le glacier). Cette catégorie fait également référence aux souvenirs d'expériences passées, comme la pratique de l'alpinisme ou du ski de randonnée, et au fait que le paysage indique que ces pratiques pourraient bientôt disparaître. Enfin, la dernière catégorie concerne une perte d'attractivité du site en raison de ces changements. Le Tableau 14 présente un résumé des catégories négatives.

**Tableau 14.** Catégories négatives et citations associées

| Catégories | Citations | Occurrence |
|---|---|---|
| Changements glaciaires | "J'ai vu tous ces rochers, je pensais qu'il s'agissait du glacier, mais finalement, je ne voyais rien. Je cherchais à voir si je pouvais voir de la glace, donc on peut voir des choses là-bas. On est loin, on serait tout petit si on était là-bas, mais la Mer de Glace est, je pense que c'est plus rocheux que glacé." | 52 |
| | "Je ne m'attendais pas à ça, je m'attendais quand même à voir plus de glace, parce que je ne m'attendais pas à ce que ça marque aussi la fonte des glaciers, tout ce vide." | |
| Couverture détritique | "Ouais, on ne voit que des rochers et puis on peut en voir un peu, c'est sablonneux à une distance comme ça, sablonneux et tout. La glace est difficile à voir parce qu'elle est couverte de rochers." | 29 |
| | "Il y a des rochers partout, ça ressemble plus à un chantier de construction qu'à un glacier. C'est un peu comme l'exploitation d'une carrière." | |
| Dégradation de la nature | "Ce n'est tout simplement plus naturel. Ce n'est pas naturel. C'est comme si... c'est comme si on pouvait voir que l'empreinte humaine est passée." | 28 |
| | "C'est contre nature, c'est catastrophique, c'est comme si on pouvait sentir la dégradation de la nature ici". | |
| Sècheresse | "I thought it was a little more icy, more ice, more white, but it's with the change that it's actually too hot." | 12 |
| | "Après bien sûr ça fait des méandres comme ça, je pourrais presque imaginer une rivière à sec, tu vois ? C'est ça !" | |
| Identité | "[Dans ma] pratique [de l'alpinisme] cela m'inspire déjà de l'insécurité. À ce niveau-là, après c'est la montagne qui se décompose. [...] Il y a beaucoup de courses qui se faisaient l'été, des courses de neige, qu'on ne fait plus." | 8 |
| | "Nous ne pouvons pas accepter que les paysages de notre enfance que nous avons connus et aimés, nos propres enfants ne les verront pas, ça me bouleverse". | |
| Réflexivité | "Pour moi, c'est important de voir, de se rendre compte de ce qui se passe. Quand vous voyez les photos du passé et que vous venez ici aujourd'hui, vous pouvez voir qu'il y a un gros problème..." | 6 |
| | "Ça m'a fait penser à la construction du canal de Suez. Et puis ça m'a fait penser à un avenir sombre." | |

| | | |
|---|---|---|
| Désolation | "C'est la désolation. Quand tu le vois il y a cinquante ans et que maintenant il n'y a plus rien." | 2 |
| | "C'est un paysage mort. C'est triste quoi, de voir ça. C'est plus joli de le voir avec de la grosse glace, quand même. Comme sur les vieilles photos, c'est plus joli quoi." | |
| Attractivité | "Je n'irai plus à la Mer de Glace, ce trou n'a plus de sens. C'est un tas d'éboulis." | 2 |

*Catégories communes*

Bien que de nombreuses catégories n'apparaissent que dans les jugements positifs ou négatifs, quatre catégories apparaissent dans les deux : « changements » (positif) et « changements de glaciers » (négatif) ; « identité » ; « naturalité » et « dégradation de la nature » ; et « réflexivité ».

La première catégorie commune concerne les changements. Pour les jugements négatifs, le rétrécissement du glacier est considéré. Pour les jugements positifs, les changements du glacier sont également perçus, mais sont jugés positivement, car ils contiennent une dimension informative. Le recul actuel est jugé négativement, mais les informations sur ce que ce recul implique sont jugées positivement.

La deuxième catégorie commune concerne la question de la nature. Dans le cas de jugements positifs, les paysages sont considérés comme "naturels", ce qui est jugé positivement. À l'inverse, la dégradation de cette "nature" est jugée négativement. La différence entre ces deux catégories semble résider dans le fait que les répondants "voient" ou non les conséquences du changement climatique dans le paysage.

Deux autres catégories communes, l'identité et la réflexivité sont également liées à la perception du changement climatique. Dans le cas de l'identité, les jugements négatifs surviennent lorsque les répondants considèrent que les éléments observés sont menacés par le changement climatique. Dans le cas de la réflexivité, le changement climatique entraîne également des jugements négatifs. Cependant, la dichotomie est ici moins significative, car le changement climatique est également jugé positivement en fonction de la réflexion qu'il suscite.

Les jugements semblent également liés à l'objet principalement observé. Pour toutes ces catégories, nous avons essayé d'identifier l'objet principal qui conduit au code (par exemple, le glacier, les sommets ou le paysage en général). Pour les jugements positifs, 23 % des codes concernent le glacier, ce chiffre passant à 55 % pour les jugements négatifs.

*Les émotions*

Différentes émotions ont été identifiées à travers les interviews des visiteurs : l'enchantement, la surprise, le choc, la tristesse et le bonheur. La tristesse est de loin la principale émotion ressentie pour 50 % des personnes interrogées. La tristesse est presque exclusivement liée à l'idée de "perte" d'un objet emblématique (le glacier) ou d'une expérience qui ne sera pas renouvelable (par exemple, les expériences passées de descente de la Vallée Blanche). Pour beaucoup, la tristesse est également liée à l'impossibilité de transmettre ce paysage, considéré comme un "patrimoine", à leurs enfants ; « Je l'ai vu, mais pour mes enfants, quoi ? » déclare un répondant.

*Résultats quantitatifs*

L'âge moyen des personnes ayant répondu au questionnaire de l'enquête était de 43 ans (fourchette de 18 à 80 ans), 60 % d'entre elles visitaient le Montenvers pour la première fois. Parmi les répondants, 54 % vivaient en France et 46 % étaient des étrangers. Concernant la satisfaction du paysage, 94 % des répondants ont reconnu que la beauté du paysage répondait à leurs attentes, et ce chiffre passait à 96,5 % pour les visiteurs qui étaient déjà venus. Cependant, parmi ces derniers, 54,2 % ont considéré que le paysage était aussi beau que la dernière fois, 34,3 % l'ont considéré comme un peu moins beau, et 9,6 % comme beaucoup moins beau. À la question « seriez-vous venu s'il n'était plus possible de voir le glacier ? », 18,5 % ont répondu « probablement non » et 11,7 % ont répondu «non».

Les résultats de la régression linéaire multiple montrent que le modèle prédit significativement la satisfaction à l'égard du paysage ($F = 6,59$ ; $p < 0,001$) et explique 21 % de sa variance ($R2 = 0,21$ ; ajd. $R2 = 0,18$). Les tests de colinéarité montrent que tous les prédicteurs ont un coefficient de facteur d'inflation de la variance (VIF) < 10 et une tolérance inférieure à 0,3, ce qui est acceptable pour rejeter les problèmes de multicolinéarité (Field, 2005).

Le modèle indique que la motivation environnementale est significative à $p<0,001$ pour prédire la satisfaction du paysage, ce qui suggère qu'une motivation environnementale élevée conduit à une satisfaction élevée. La connaissance du rythme de recul de la Mer de Glace, la volonté de visiter le site sans glacier à voir, le fait d'être français ou étranger et la pratique des sports de montagne prédisent la satisfaction du paysage à $p<0,01$. Ceci indique que plus les répondants considèrent que la disparition du glacier est éloignée dans le temps et plus ils répondent qu'ils seraient venus même s'il n'y avait plus de glacier à voir, plus leur satisfaction à l'égard du paysage est importante. Par ailleurs, les répondants étrangers semblent être plus satisfaits que les Français. Enfin, les répondants qui pratiquent moins de sports de montagne sont les plus satisfaits. L'âge et le facteur de motivation Story Telling sont significatifs à $p<0.05$, ce

qui indique que les répondants les plus âgés et ceux qui ont une forte motivation à raconter des histoires sont les plus satisfaits du paysage. Il faut noter que le lien avec la nature est presque significatif à p=0,051, ce qui pourrait indiquer que plus les répondants considèrent qu'ils sont proches de la nature, plus ils sont satisfaits du paysage (Tableau 15).

**Tableau 15**. Résultats de la régression linéaire

| Modèle | Coefficients Non standardisé | | Coefficients Beta Standardisé | t | Sig. | Colinéarité Statistique | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | Std. Error | | | | Tolérance | VIF |
| (Constant) | 3,465 | 0,451 | | 7,683 | 0,000 | | |
| Facteur environnement | 0,242 | 0,062 | 0,228 | 3,901 | **0,000*** | 0,662 | 1,511 |
| Facteur LCT | 0,094 | 0,065 | 0,093 | 1,440 | 0,151 | 0,537 | 1,862 |
| Facteur apprentissage | -0,065 | 0,060 | -0,066 | -1,074 | 0,284 | 0,605 | 1,652 |
| Facteur de tranquillité | 0,053 | 0,063 | 0,044 | 0,833 | 0,405 | 0,815 | 1,227 |
| Facteur "raconter des histoires | 0,149 | 0,063 | 0,132 | 2,360 | **0,019*** | 0,720 | 1,390 |
| CC-P | -0,061 | 0,085 | -0,041 | -0,724 | 0,469 | 0,704 | 1,420 |
| Lien avec la nature | 0,133 | 0,068 | 0,107 | 1,960 | 0,051 | 0,759 | 1,318 |
| Allez-vous souvent à la montagne ? (0=Non ; 1=Oui) | -0,151 | 0,127 | -0,060 | -1,187 | 0,236 | 0,888 | 1,127 |
| Pratiquez-vous souvent un sport de montagne ? (0=Non ; 1=Oui) | -0,332 | 0,100 | -0,174 | -3,314 | **0,001**** | 0,824 | 1,214 |
| À votre avis, depuis combien d'années ? | 0,100 | 0,037 | 0,140 | 2,726 | **0,007**** | 0,851 | 1,175 |
| Première visite (0=Non ; 1=Oui) | 0,151 | 0,099 | 0,078 | 1,521 | 0,129 | 0,849 | 1,178 |
| Tranche d'âge | 0,075 | 0,034 | 0,114 | 2,197 | **0,028***** | 0,841 | 1,189 |
| Quel est votre pays de résidence ? (1=France ; 2=Autre) | 0,260 | 0,097 | 0,139 | 2,677 | **0,008**** | 0,841 | 1,189 |
| Seriez-vous venu s'il n'était plus possible de voir le glacier ? | 0,097 | 0,035 | 0,142 | 2,795 | **0,005**** | 0,877 | 1,140 |

| R | R2 | R2 Ajusté | Std error estimée | Durbin-Watson | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ,457[a] | 0,209 | 0,177 | 0,84940 | 1,847 | 6,591 | ,000[b] |

a. Variable dépendante : Satisfaction à l'égard du paysage (1=Désaccord ; 5=Accord)) - * p < 0.001; ** p < 0.01; *** p < 0.05

### *8.3 – Expliquer la perception et le jugement esthétique du paysage glaciaire en mutation*

L'analyse quantitative montre que les caractéristiques des visiteurs expliquent leur satisfaction paysagère. Les motivations environnementales, qui constituent un important facteur de motivation des visiteurs de ce lieu particulier (Salim & Ravanel, 2020) et d'autres destinations de tourisme glaciaire (Lemieux *et al.*, 2018 ; Stewart *et al.*, 2016), sont positivement corrélées à la satisfaction vis-à-vis du paysage. La relation entre cette motivation et la satisfaction paysagère est cohérente avec d'autres études qui montrent que le caractère naturel de la zone d'un glacier est une cause importante de satisfaction (Groulx *et al.*, 2016 ; Weber *et al.*, 2019) et que le paysage naturel fait souvent l'objet d'un jugement positif (Purcell *et al.*, 1994 ; Zube *et al.*, 1982). La relation entre la motivation liée au storytelling et la satisfaction à l'égard du paysage est également significative. Cela pourrait simplement s'expliquer par le fait que les visiteurs satisfaits souhaitent souvent parler de leur visite (Cater *et al.*, 2020). Les répondants étrangers ont affiché une satisfaction plus élevée que les Français. Cela peut s'expliquer par le fait que la Mer de Glace est le glacier français le plus connu et qu'il est systématiquement utilisé par les médias pour illustrer le changement climatique (Salim & Ravanel, 2020). Les visiteurs français, qui connaissent mieux ce glacier, seraient donc moins « surpris » par le paysage et vivraient une expérience moins « extraordinaire » que les étrangers qui connaissent beaucoup moins le glacier avant leur visite. L'analyse quantitative reste cependant limitée et la régression n'explique que 21 % de la variance en termes de satisfaction paysagère.

Les résultats qualitatifs permettent d'identifier les dimensions qui conduisent les répondants à avoir des jugements négatifs ou positifs. Parmi les catégories développées, le sentiment d'identité semble être lié au concept d'attachement au lieu. Comme il a un effet positif sur l'attractivité des paysages naturels (Kaltenborn & Bjerke, 2002), l'attachement au lieu pourrait être un facteur explicatif de la satisfaction du paysage glaciaire. D'autres catégories sont également similaires à celles développées par Kirillova *et al.* (2014) : la rareté, les questions d'échelles (ici lié à la catégorie « sublime »), la diversité et la nouveauté, ou encore le caractère « intact » ou son contraire. Ces catégories n'ont cependant pas le même poids, et certaines sont très largement représentées comme les changements de glaciers, la couverture de débris, et la dégradation de la nature parmi les catégories négatives. Cela correspond aux observations faites sur d'autres sites, où les changements de volume et la couverture de débris sont souvent les éléments qui incitent les visiteurs à avoir un jugement négatif sur le paysage glaciaire (Moreau, 2010) ou un décalage entre ce qui est attendu et ce qui est vu (Stewart *et al.*, 2016). À l'inverse, les trois catégories positives les plus représentées sont le sublime, la nature sauvage et la naturalité. Le caractère naturel semble également être important sur d'autres sites (Weber *et al.*,

2019). La peur, qui fait partie de la nature sauvage, peut être perçue positivement (Heimisdóttir *et al.*, 2019) et les éléments du sublime sont souvent perçus positivement dans d'autres contextes (par exemple, Beza, 2010; Breiby, 2014; Nepal & Chipeniuk, 2005). Ces catégories permettent de mieux comprendre les éléments qui influencent le jugement des visiteurs sur le paysage, et elles peuvent constituer des informations utiles pour les gestionnaires.

Les formes proglaciaires sont peu connues des visiteurs et sont souvent considérées comme non esthétiques (Moreau, 2010). De plus, la théorie de l'esthétique cognitive indique que la connaissance des objets influence le jugement de leur valeur esthétique (Carlson, 2007). Les résultats de l'enquête qualitative soutiennent l'hypothèse selon laquelle les formes proglaciaires sont perçues négativement puisque plusieurs éléments concrets conduisant aux jugements négatifs des répondants sur le paysage sont liés à divers éléments d'origine pro- ou paraglaciaire tels que la déstabilisation des moraines ou la couverture de débris. Cependant, l'analyse quantitative ne permet pas d'affirmer que les jugements négatifs sont dus à une méconnaissance de ces formes. Au contraire, l'analyse statistique montre une relation négative entre la pratique des sports de montagne et la satisfaction à l'égard du paysage, suggérant que les visiteurs qui pratiquent moins sont plus satisfaits du paysage. Selon les résultats qualitatifs, cela peut s'expliquer par la catégorie « identité » des jugements négatifs : les personnes qui pratiquent plus ont une relation plus forte avec le lieu et sont donc plus susceptibles de percevoir négativement ses changements. Ceci est en contradiction avec les études (par exemple, voir Ramkissoon *et al.*, 2013) qui montrent une relation positive entre l'attachement au lieu et la satisfaction vis-à-vis du lieu. Cependant, dans notre cas, le changement climatique induit des transformations de l'espace qui sont perçues négativement par les répondants. Ainsi, plus l'identification au lieu est forte, plus ces changements ont un impact négatif sur la satisfaction. De plus, la régression linéaire montre que plus les visiteurs sont conscients du recul extrêmement rapide du glacier, conformément aux projections actuelles (Peyaud *et al.*, 2020), moins ils sont satisfaits du paysage. Ce résultat soutient l'hypothèse que dans le cas d'une destination où l'élément principal (ici le glacier) est affecté négativement par un événement (ici le changement climatique), un fort attachement à un lieu impliquerait une diminution de la satisfaction. Des recherches plus approfondies pourraient tester l'hypothèse selon laquelle le changement climatique et la « destruction » qu'il entraîne dans certains lieux pourraient conduire à une relation négative entre l'attachement au lieu et la satisfaction des visiteurs. Ainsi, contrairement à la théorie de l'esthétique cognitive, les résultats présentés suggèrent que le jugement esthétique – ici négatif – des formes pro et paraglaciaires n'est pas négatif à cause d'un manque de connaissance à leur égard, mais plutôt à cause de ce qu'ils représentent en tant qu'atteinte à l'intégrité du lieu.

*Les sites glaciaires menacés dans leur attractivité ?*

Les changements du glacier entraînent des jugements négatifs de la part des visiteurs. Dans d'autres études, les changements du glacier conduisent à un écart entre ce que les visiteurs attendent et ce qu'ils voient. Par exemple, lorsqu'ils répondent qu'ils s'attendaient à voir un glacier plus grand ou plus blanc (Stewart *et al.*, 2016). Cela se reflète également dans l'enquête canadienne visant à évaluer les préférences des visiteurs pour les futurs paysages, où la préférence est donnée à l'image présentant le plus grand glacier (Groulx *et al.*, 2016). Cependant, alors que les changements du glacier (en longueur et en volume) sont les éléments négatifs les plus fréquemment cités, le paysage dans l'enquête qualitative est perçu positivement pour de nombreuses raisons qui sont souvent détachées du glacier lui-même. Ainsi, même si le glacier est largement jugé négativement, le paysage en général est toujours jugé positivement. Les résultats quantitatifs confirment cette affirmation, puisque 94 % des personnes interrogées déclarent que le paysage qu'elles voient correspond à ce qu'elles attendaient. Ce résultat est légèrement supérieur à celui d'autres études (Stewart *et al.*, 2016), mais correspond à la satisfaction dans d'autres contextes de loisirs de plein air (Roemer & Vaske, 2014).

Les résultats des enquêtes menées sur d'autres sites glaciaires ont exploré l'importance du glacier pour certaines destinations (par exemple, Stewart *et al.*, 2016 ; Welling *et al.*, 2020 ; Yuan *et al.*, 2006). Nos résultats suggèrent que 11,7 à 30,2 % des visiteurs actuels pourraient ne pas revenir au Montenvers si le glacier n'y était plus visible, ce qui devrait se produire dans les 30 prochaines années (Peyaud *et al.*, 2020). Par conséquent, les parties prenantes doivent se préparer à ce changement fondamental. La régression linéaire montre que la satisfaction à l'égard du paysage influence positivement l'intention de visiter le site sans voir de glacier. La satisfaction étant liée aux attentes pré-visites (Oliver, 1980), les gestionnaires ont donc l'opportunité de repenser le marketing de leur site pour réduire l'importance du glacier et limiter le risque de décalages entre les attentes des visiteurs et ce qu'ils perçoivent une fois sur place. Des efforts dans ce sens sont déjà partiellement engagés puisque les gestionnaires ont commencé à se repositionner sur les aspects historiques du site (Piai & Salim, 2020). Pour opérer cette transition, et à l'instar de Welling *et al.* (2020), les sites glaciaires pourraient approfondir l'utilisation des glaciers pour sensibiliser les visiteurs aux enjeux environnementaux qu'ils représentent. Cela est d'autant plus vrai que la visite d'une destination représentative du changement climatique peut accroître les comportements pro-environnementaux des visiteurs (Miller *et al.*, 2020). En outre, He & Hinch (2021) montrent que les éléments d'interprétation du changement climatique peuvent avoir un impact positif sur la satisfaction des visiteurs dans le cas du tourisme glaciaire. Enfin, le caractère « naturel » et « sauvage » du site étant des éléments importants dans les jugements positifs des répondants sur le paysage, les gestionnaires doivent être prudents quant au

développement de nouvelles infrastructures qui peuvent être perçues négativement (Weber *et al.*, 2019 ; Welling *et al.*, 2020).

### *Conclusion du chapitre 8*

Ce travail s'est intéressé aux jugements portés par les touristes sur le paysage glaciaire du Montenvers-Mer de Glace, le plus grand glacier des Alpes françaises. Les résultats des enquêtes quantitatives et qualitatives montrent que malgré les changements considérables du glacier, les touristes considèrent toujours en majorité que le paysage répond à leurs attentes. Ces résultats suggèrent que les répondants ont intégré l'évolution du glacier et ont adapté leurs attentes en conséquence. Cependant, plus des deux tiers des répondants à l'enquête qualitative ont fait état de jugements négatifs principalement liés à des éléments glaciaires, pro- ou paraglaciaires tels que le recul du glacier ou la couverture détritique. À l'inverse, les jugements positifs des répondants sont souvent liés au paysage de manière plus globale, ou à des éléments tels que les sommets et la végétation. L'enquête quantitative montre que la motivation environnementale, la connaissance de la vitesse de recul des glaciers et les caractéristiques des touristes influencent leurs jugements. Ces résultats doivent être confirmés dans des études futures. Sur la base du paysage observé, l'étude a révélé 17 catégories, plus ou moins abstraites, qui expliquent les éléments conduisant aux jugements des répondants sur le paysage glaciaire. Bien que la satisfaction reste élevée, des questions se posent quant à la diminution potentielle du nombre de touristes sur le site lorsque le glacier ne sera plus visible dans une trentaine d'années. Les résultats nous amènent à considérer que le site restera attractif pour ses paysages spectaculaires même sans glacier. Cependant, les gestionnaires devraient commencer à préparer les touristes à un monde sans glace en réduisant progressivement l'importance du glacier dans le marketing et en se repositionnant sur d'autres valeurs telles que l'histoire, l'environnement naturel et le caractère emblématique du site. Ce dernier point peut être immédiatement établi en s'appuyant sur le fait que le Montenvers-Mer-de-Glace est emblématique des conséquences du changement climatique. Renforcer les éléments d'interprétation du changement climatique pourrait augmenter la satisfaction des touristes, les amener à mieux comprendre les effets et les processus liés au changement climatique et finalement augmenter leur intention de l'atténuer. Dans cette perspective, le tourisme glaciaire pourrait devenir un formidable outil d'éducation à l'environnement et un catalyseur de l'action.

### *Conclusion de la Partie 3*

Le changement climatique induit une évolution de l'expérience des visiteurs autour des grands sites glaciaires alpins. Deux composantes de l'expérience touristique ont été investiguées ici : les motivations et la perception du paysage. Les enquêtes réalisées autour d'autres glaciers à travers le monde (Lemieux *et al.*, 2018 ; Stewart *et al.*, 2016) ont montré l'émergence du tourisme de la dernière chance. Les résultats des enquêtes menées à travers les Alpes montrent des dynamiques similaires. Ainsi, les glaciers semblent aujourd'hui identifiés par certains visiteurs de la même manière que le seraient des espèces en voie de disparition. Outre ce fait, les résultats du chapitre 7 concernant les visiteurs de la Mer de Glace montrent que cette motivation de la dernière chance comporte 4 dimensions qui sont la notion d'urgence à voir le glacier, la volonté de comprendre le changement climatique, celle de constater le retrait glaciaire et enfin l'envie de témoigner du glacier aux générations futures. Plus généralement, on voit que dans l'ensemble des six sites investigués, le tourisme de la dernière chance est présent. L'analyse en classes latentes a également permis de montrer que cette motivation touristique est importante pour plus de 53 % des répondants et qu'un groupe représentant 26 % des répondants peut être considéré comme des touristes de la dernière chance dont le score très élevé pour ce facteur atteint 4,83 sur 5.

Par ailleurs, les résultats présentés dans le chapitre 8 montrent que le retrait glaciaire est bien perçu par les visiteurs, mais que même si les jugements esthétiques négatifs à propos du paysage sont liés au glacier, le paysage reste positivement perçu pour de nombreuses autres raisons incluant les sommets environnants ou l'idée de nature et de grandeur. Par ailleurs, les résultats quantitatifs montrent que l'insatisfaction vis-à-vis du paysage est relativement faible. Plusieurs questions restent cependant en suspens comme celles concernant le devenir des sites touristiques glaciaires une fois les glaciers disparus des points de vue. La dernière partie de ce manuscrit visera donc, entre autres, à questionner les valeurs mises en tourisme autour des glaciers, les liens entre adaptations des opérateurs, comportements des visiteurs et potentielles évolutions dans un monde sans glace.

# Partie 4 : Le futur du tourisme glaciaire, entre soutenabilité et opportunité

Dans la grotte de la Mer de Glace, juin 2020

**Résumé :**

L'objectif de cette quatrième et dernière partie est d'explorer le futur du tourisme glaciaire. Dans un premier temps, il sera question de montrer l'influence du changement climatique dans la prise en compte par les opérateurs touristiques de la valeur scientifique et patrimoniale des glaciers. Dans un second temps, il s'agira de questionner la manière dont la mise en tourisme de cette valeur scientifique et, plus globalement, l'expérience des paysages glaciaires peuvent exercer une influence sur la volonté des visiteurs d'adopter des comportements pro-environnementaux. Enfin, le dernier chapitre de ce manuscrit s'attèlera à croiser les résultats des Parties 2 et 3 puis à questionner l'avenir du tourisme glaciaire face aux modélisations glaciaires et à la pertinence du *dark tourism* pour le conceptualiser.

# Introduction de la Partie 4

Le tourisme glaciaire est soumis aux conséquences du changement climatique dans les Alpes et à travers le monde. Ces conséquences entraînent de nombreuses problématiques telles qu'une difficulté accrue pour l'accès aux glaciers, des problèmes de gestion des sites, une dangerosité additionnelle dans la réalisation des activités glaciaires, ou encore une dégradation des paysages glaciaires. Ces éléments, et notamment le dernier, induisent une évolution dans la manière dont les potentiels visiteurs de ces sites les perçoivent. Cela conduit au développement du « tourisme de la dernière chance » au Montenvers-Mer-de-Glace, au glacier du Rhône, ou encore au glacier du Pasterze. Le retrait des fronts glaciaires entraîne également une évolution dans le jugement esthétique qu'en ont les visiteurs qui produisent de nombreux jugements négatifs par rapport au glacier lui-même ou à sa couverture détritique. Au vu de ces éléments, développés en Parties 2 et 3, il est évident que le changement climatique induit une évolution forte pour les sites touristiques glaciaires. Cependant, ces changements entraînent-ils une évolution du type de tourisme dont le tourisme glaciaire est issu ? Les glaciers en tant que « marqueurs » du changement climatique ont-ils un rôle à jouer dans la conscience environnementale des visiteurs ? Et que deviendra le tourisme glaciaire une fois les glaciers disparus à la fin du siècle, voire avant ? C'est à ces trois questions que les trois chapitres de cette dernière partie tentent de répondre.

Dans un premier temps, le Chapitre 1 visera à questionner le tourisme glaciaire en tant que pratique géotouristique. L'objectif de ce chapitre sera de montrer que les sites touristiques glaciaires, que l'on peut souvent considérer comme des « géomorphosites », voient leurs valeurs scientifiques augmenter du fait du changement climatique et des stratégies d'adaptation des acteurs visant à les promouvoir. À travers une étude comparative de sites français et islandais, issue d'une collaboration avec des collègues des universités de Lausanne et de Reykjavik, ce chapitre visera également à questionner la valeur patrimoniale des glaciers.

Le deuxième chapitre sera l'occasion de revenir sur le concept de « tourisme de la dernière chance » (LCT). Celui-ci est souvent étudié au prisme de ces paradoxes, notamment en ce qui concerne l'impact des visiteurs - généralement très conscients des problématiques climatiques - sur l'environnement. Nous interrogerons le concept de LCT au regard des influences qu'il peut avoir sur les intentions de mettre en œuvre des comportements pro-environnementaux, définis comme des comportements visant à protéger l'environnement. Ce chapitre sera alors l'occasion de présenter les résultats d'une enquête quantitative menée au cours de l'été 2020 auprès des visiteurs du site du Montenvers.

Le troisième et dernier chapitre visera quant à lui à synthétiser l'ensemble des recherches menées dans le cadre de ce travail doctoral. Dans un premier temps, il discutera les impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire alpin et les adaptations des opérateurs

touristiques au regard des études menées sur les motivations des visiteurs, leur perception du paysage. Il proposera également des pistes pour les recherches à venir. Dans un second temps, une vision prospective sera développée pour tenter d'envisager l'évolution future des processus géomorphologiques du fait du retrait du glacier d'Aletsch et de la Mer de Glace ; des modélisations permettent aujourd'hui de se faire une idée précise de leur état à l'échéance de quelques décennies ou plus. Enfin, la dernière section de ce chapitre visera à discuter l'émergence d'un tourisme « post-glaciaire », tel qu'il pourrait apparaître dès 2050 sur certains sites. L'objectif sera alors de questionner le futur du LCT au regard du concept de *dark tourism* pour tester la pertinence d'envisager ce dernier comme une suite logique au LCT.

# Chapitre 9 – Le Géotourisme, une nouvelle forme de tourisme glaciaire ?

Les Parties 2 et 3 de ce manuscrit ont montré que le tourisme glaciaire est largement impacté par le changement climatique, que ce soit du point de vue des opérateurs touristiques ou du point de vue des visiteurs. Si les activités touristiques glaciaires se tournent principalement vers les glaciers encore présents, les vestiges d'anciennes glaciations peuvent également être « mis en tourisme ». De plus, les enquêtes présentées en Partie 3 montrent qu'en plus du LCT, les visiteurs de ces sites ont une forte motivation liée à la notion d'apprentissage. Parallèlement, le géotourisme repose sur l'intérêt « géoscientifique » et sur la compréhension des « géosites » et des « géomorphosites », dont certains sites glaciaires peuvent être perçus comme tels. Bien que l'organisation des sites touristiques glaciaires étudiés dans ce manuscrit de thèse ne s'inscrit pas directement en tant que composante du géotourisme, la relation entre ces deux formes touristiques reste à investiguer. Ainsi, à travers l'analyse du fonctionnement de deux sites glaciaires emblématiques en France et en Islande, ce chapitre montre que le tourisme glaciaire d'aujourd'hui dépasse largement les considérations esthétiques d'autrefois et intègre des questions de compréhension du géopatrimoine et d'impacts importants et rapides du changement climatique sur les paysages glaciaires, ce qui en fait une pratique géotouristique. Le travail présenté dans ce chapitre est issu d'une collaboration avec Jonathan Bussard (Université de Lausanne) et Johannes Welling (Université d'Islande), il est issu d'une publication en cours de révision (Annexe A9) dans la revue « Géo-regards » - Revue Neuchâteloise de Géographie (Bussard *et al*., 2022). Le texte a été co-écrit avec Jonathan Bussard.

## *9.1 – Du géotourisme au tourisme glaciaire, introduction conceptuelle*

Le concept de « géotourisme », dont l'objectif est de favoriser la protection de la nature abiotique par l'éducation aux sciences de la Terre (Newsome & Dowling, 2010; Pralong, 2006), 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 de (Newsome & Dowling, 2010, p. 4)

> « *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 viewpoints, guided tours, geo-activities and patronage of geosite visitor centres* »[15].

Dans leur revue de littérature, Ólafsdóttir & Tverijonaite (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, 2007). La « *valeur géoscientifique* » (Reynard, 2005) 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 pour la validation de la théorie glaciaire (Aubert, 1989) suivant laquelle les glaciers auraient occupé par le passé de très grandes étendues en y abandonnant des blocs « erratiques ». 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, illustrant de manière lisible comment les paramètres climatiques et géologiques interagissent dans la formation des paysages ; ils sont souvent décrits comme des monuments naturels d'une grande valeur esthétique (Reynard, 2021).

Les paysages glaciaires illustrent bien ce propos : les témoins des variations climatiques passées ou actuelles ont un grand intérêt géoscientifique qu'il est relativement facile de diffuser auprès du public et, en même temps, ils constituent des paysages d'une beauté souvent exceptionnelle. L'imbrication des valeurs à la fois esthétiques, culturelles et scientifiques a participé à la construction de sites touristiques autour de nombreux grands glaciers à travers le monde. Le développement du tourisme glaciaire défini généralement comme une activité

[15] 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 individuelles de 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.

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 1741 avec la visite des Anglais W. Windham et R. Pococke (Joutard, 1986). Le tourisme glaciaire alpin s'est ensuite développé autour de destinations phares comme Grindelwald (Suisse), Zermatt (Suisse) ou encore le glacier du Pasterze (Autriche). D'autres glaciers à travers le monde ont également été utilisés comme support au développement touristique comme 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 lors des 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 en raison des 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 une dégradation généralisée de la cryosphère mondiale. Bossons *et al.* (2019) estiment que 30 à 60 % du volume actuel de glace situé dans des espaces classés au patrimoine mondial de l'UNESCO pourrait avoir disparu d'ici 2100. Cette évolution rapide des glaciers entraîne des processus paraglaciaires, définis comme des processus non glaciaires, mais 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-*Glacier Monitoring Switzerland*, 2019), entraînant à travers la perte d'épaisseur associée 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 cette décompression post-glaciaire (Duvillard *et al.*, 2018). Outre les questions liées à la stabilité des versants, le retrait glaciaire entraîne une modification des paysages alpins. Les formes glaciaires laissent en effet place à des formes proglaciaires qui sont généralement peu connues du grand public (Moreau, 2010). Certains glaciers voient leur couverture détritique s'élargir et s'épaissir ce qui « engrise » le paysage, ce qui 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 à l'occasion de comparaisons de photographies prises du même point de vue, mais à des dates différentes (*e.g.* Zryd *et al.* (2010) dans les Alpes et le film « *After Ice* » en Islande[16]), qui

[16] https://vimeo.com/504355699 - consulté le 01/10/2021

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 (Lemieux *et al.*, 2018; Stewart *et al.*, 2016). Cette forme de tourisme conceptualisé autour du LCT (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).

L'article présenté dans ce chapitre vise à montrer que le tourisme glaciaire d'aujourd'hui dépasse largement des 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 du géotourisme, en particulier les gestionnaires et prestataires touristiques (Ólafsdóttir & Tverijonaite, 2018). Notre travail 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 traduirait concrètement par des mesures de gestion visant à protéger et à valoriser ce patrimoine.

### *9.2 – Sites d'études retenus et méthodologie*

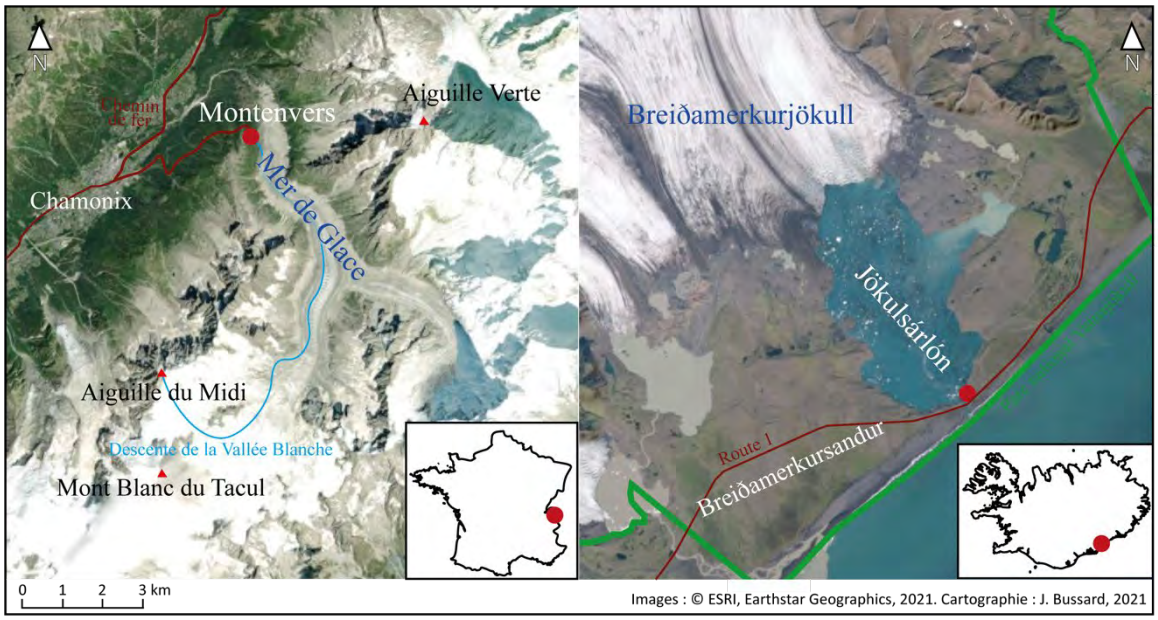



*Figure 46. Localisation des sites d'étude, Montenvers (Mer de Glace, France) et Jökulsárlón (Breiðamerkurjökull, Islande).*

*Sites d'études*

Située au cœur du massif du Mont-Blanc en France, la Mer de Glace (Figure 46) est à la fois le plus grand glacier des Alpes françaises et le support du deuxième site touristique glaciaire le plus visité de France, derrière l'Aiguille du Midi. Ce glacier est également l'un des plus anciennement visités puisque sa « découverte » remonte à 1741 (Joutard, 1986).

Le front de la Mer de Glace a connu de nombreuses variations pendant et depuis la fin du Petit Âge Glaciaire (PAG ; voir Partie 2, Chapitre 6). De 1600 à 1850 environ, le front a connu six avancées et reculs successifs d'une moyenne de 500 m chacun (Nussbaumer *et al.*, 2007). Entre 1860 et 2019, le front du glacier a ensuite connu un retrait d'environ 1,5 km (Vincent *et al.*, 2019). En termes d'épaisseur de glace, différents profils le long de la langue glaciaire sont mesurés chaque année dans le cadre du programme GLACIOCLIM (Vincent *et al.*, 2007) et montrent une perte d'épaisseur d'environ 175 m entre 1890 et 2019 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 à la suite de la diminution d'épaisseur du glacier ont eu notamment pour conséquence une extension de la couverture détritique sur la langue de glace (Figure 47).

*Figure 47. Descente vers la grotte de glace depuis le Montenvers. Photo : juin 2021.*

Le tourisme autour de ce glacier est considérable : 7.7 millions de nuitées touristiques sont passées à Chamonix chaque année dont 51 % pendant la saison estivale (données Office du Tourisme de Chamonix). Le site du Montenvers, donnant accès et vue sur la Mer de Glace, représente 400 000 visiteurs par an (donnée Compagnie du Mont-Blanc). Au-delà de la vue sur le glacier, plusieurs itinéraires de randonnée débutent de la gare d'arrivée, incluant des marches sur le glacier. Un petit centre d'interprétation glaciaire a été construit en 2012, le « Glaciorium ».

Le Breiðamerkurjökull (commune de Hornafjörður, SE de l'Islande) est une des langues glaciaires issues 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 PAG, il a avancé de plusieurs kilomètres, recouvrant des terrains cultivés, des secteurs habités et des forêts ; il a atteint ses dimensions maximales entre 1850 et 1890 (Björnsson, 1996). Le front actuel du glacier est situé 8 km en retrait par rapport à 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 de courants circulaires qui déplacent continuellement les icebergs produits par le glacier (Figure 48).

*Figure 48. Le lac proglaciaire Jökulsárlón et ses icebergs. Photo : J. Bussard, septembre 2020.*

La marge proglaciaire est constituée d'une grande variété de formes (crêtes morainiques, eskers, kames et kettles, anciens lits fluviaux, petits lacs proglaciaires) et de nombreux placages morainiques, parfois flûtés (ou éventuellement assortis de drumlins). Ces formes traduisent les dynamiques passées du glacier et portent les traces des événements qui ont marqué la

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, 2017). La valeur géoscientifique très élevée de ce site fait partie intégrante des raisons pour lesquelles le Parc national du Vatnajökull a été inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO en 2019 (Baldursson *et al.*, 2018). La calotte du Vatnajökull est incluse depuis 2008 dans le territoire du Parc National du même nom. Toutefois, ce n'est qu'en 2017 que l'ensemble de la plaine d'épandage fluvio-glaciaire du Breiðamerkurjökull a été intégré au Parc National. Cette acquisition lui permet d'être le principal gestionnaire de ce territoire, en particulier en ce qui concerne la mise en place 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 personnes en 2019, ce qui représente une augmentation de 140 % par rapport à 2014 (Þorhallsdottir & Olafsdottir, 2020). Bien que le Jökulsárlón couvre une superficie d'environ 18 $km^2$, 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 (J. T. Welling *et al.*, 2020).

### *Méthode*

En France, 11 entretiens semi-directifs ont été réalisés entre juin 2019 et juillet 2020. Les personnes interrogées sont 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 qui exploite le site du Montenvers, deux responsables de la Compagnie des Guides de Chamonix et trois guides de haute montagne. En Islande, 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 sont 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.

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/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 d'être analysés.

### *9.3 – Résultats : du changement climatique au « géotourisme »*

Selon les entretiens réalisés, l'intérêt touristique principal du site du Jökulsárlón est le paysage, avec la présence d'une lagune glaciaire et d'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 la forte saisonnalité des visites sur ce site (Árnason & Welling, 2019) et de rendre possible le fonctionnement 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; people have cried when they entered ice caves* »[17].

[17] 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.

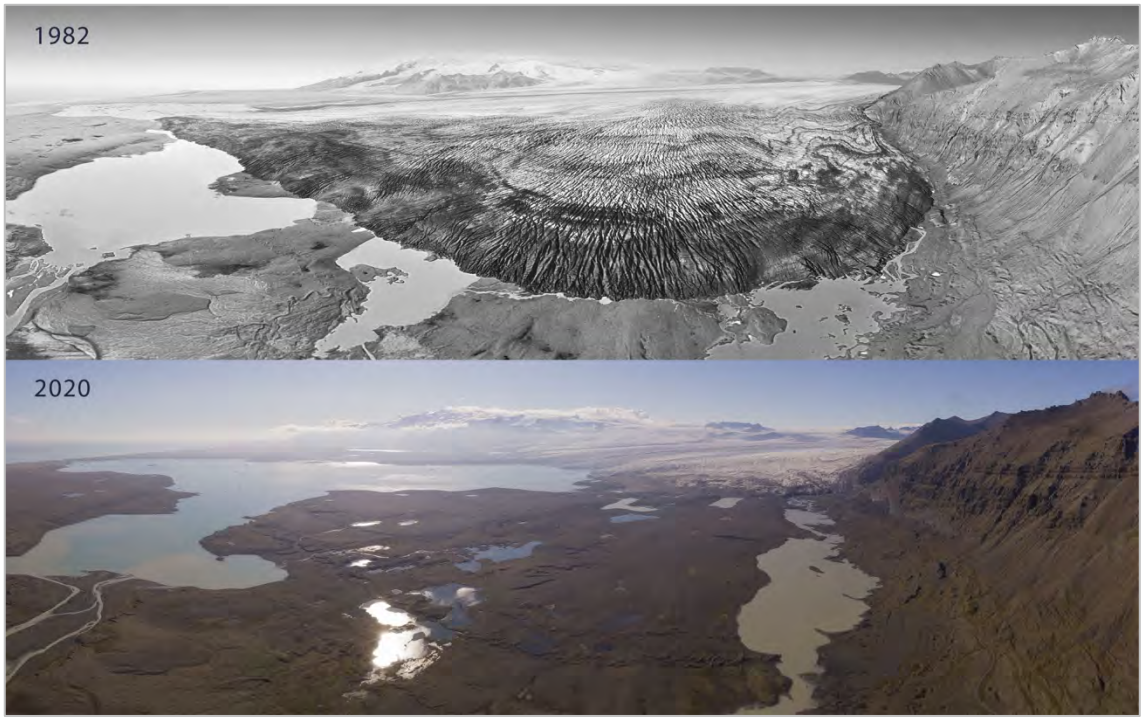



*Figure 41. Le glacier Breiðamerkurjökull et le lac Jökulsárlón (à gauche) en 1982 et en 2020. © National Land Survey of Iceland/Dr Kieran Baxter, University of Dundee.*

Selon les mots d'une guide interrogée, Jökulsárlón constitue « *a huge evidence of what is happening to our climate* »[18]. Constater 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 sans moyens de comparaison (Figure 49) 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 et 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 acheminent 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 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

[18] Traduction : Une preuve évidente de ce qui arrive à notre climat.

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 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 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 témoignages 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 sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. Cette dernière se base sur le critère *viii* de la Convention du Patrimoine Mondial[19] 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) 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 amplement 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.

[19] https://whc.unesco.org/fr/criteres/ - consulté le 01/10/2021

Si le paysage scénique reste également, pour l'instant, la première motivation des visiteurs du site du Montenvers (Salim & Ravanel, 2020), le retrait glaciaire et l'engrisement du paysage sont des craintes partagées par les gestionnaires du site autant que par les acteurs publics locaux. 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 sécurisation inhérente aux plus de 580 marches construites entre la télécabine et la grotte. Pour les autres professions qui dépendent en partie 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. En effet, la remontée par les marches jusqu'à la télécabine permettant de remonter jusqu'au train entraîne 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 Montenvers qui ont amorcé un changement dans le mode de valorisation du site. Si l'accent a, dans le passé, été principalement mis sur le glacier lui-même dans les éléments marketing, la stratégie actuelle consiste à s'appuyer sur l'histoire du site ainsi que sur son caractère emblématique compte tenu du changement climatique. Ainsi, la brochure touristique de l'été 2020 titrait « *Montenvers-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, 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 importante, l'accent est aujourd'hui mis sur la volonté « *d'expliquer ce qui se passe actuellement 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] ».

### *9.4 – Discussion*

Les cas d'étude présentés dans ce chapitre montrent que les gestionnaires et les prestataires touristiques interrogés sont sensibles à la valeur géoscientifique des glaciers, des témoignages 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 ce 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, la valeur esthétique de certaines parties emblématiques du site leur est importante. Le reste de la marge proglaciaire semble relégué au statut de décor, au second plan dans le 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 la géomorphologie glaciaire, 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[20], d'un bulletin d'information annuel et de la mise en place de longs sentiers d'interprétation. 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[21].

Au Montenvers, des actions concrètes ont également été mises en œuvre pour favoriser l'interprétation du paysage. En 2012, un centre d'interprétation glaciaire - le « Glaciorium - a été inauguré sur le site. Il inclut des éléments concernant la rhéologie glaciaire ainsi que les fluctuations passées et en cours des glaciers. Des panneaux indiquant les dates auxquelles le glacier atteignait la position des différents panneaux ont été placés le long de l'escalier d'accès à la grotte de glace. 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 20 à 30 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

[20] https://www.vatnajokulsthjodgardur.is/en/areas/melting-glaciers - consulté le 01/10/ 2021

[21] https://scitour.interreg-npa.eu - consulté le 01/10/ 2021

Alpes. Pour les gestionnaires, ce projet fera du Montenvers 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.*, 2021c).

### *Visiter les glaciers, une forme de géotourisme ?*

Dans le cas du Montenvers, les visites des grottes de glace et la pratique du ski le long de 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 leur volonté de capitaliser sur les 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/intellectualiser 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.*, 2021c). Si les cas d'étude français et islandais sont loin d'être identiques, nous pouvons toutefois 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 autour des paysages glaciaires est présente dans nombre d'entre eux (Salim *et al.*, 2021a). Au sein d'autres destinations glaciaires à travers le monde, les opérateurs touristiques ne se sont pas nécessairement approprié la valeur géoscientifique des paysages glaciaires. 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 cette valeur 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 indéniable. 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 Montenvers, 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 prégnante (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 forts de l'impact du changement climatique en montagne. La dynamique du retrait glaciaire leur confère un intérêt géoscientifique qui peut être appréhendé de manière facilement lisible par le grand public.

### *Conclusion du Chapitre 9*

Le géotourisme et le tourisme glaciaire sont deux formes distinctes de tourisme de nature. Le géotourisme a pour objet le géopatrimoine et s'intéresse la dimension 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, on constate 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 fournit 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 Montenvers, 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 montre également 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. Outre les deux sites étudiés ici, une dimension patrimoniale ainsi que la mise en valeur (géo-)scientifique des sites touristiques glaciaires semblent être en cours dans d'autres sites. En témoigne la revue de littérature effectuée à l'échelle mondiale (Jackson, 2019) ainsi que l'inventaire réalisé à l'échelle des Alpes (Salim *et al.*, 2021a). Ces résultats questionnent la manière dont cette valorisation géoscientifique est perçue par les visiteurs et comment elle peut influencer leurs comportements. En effet, la

perception des glaciers comme marqueurs du changement climatique pourrait amener les visiteurs de ces sites à se questionner sur les conséquences de ce changement et sur les implications de leurs comportements sur lui.

# Chapitre 10 – Les glaciers comme leviers favorisant les comportements pro-environnementaux ?

Les glaciers, notamment dans le présent contexte de changement climatique, peuvent être considérés comme des objets dotés de valeurs esthétiques, mais également scientifiques, ce qui en fait des objets pertinents dans le cadre d'une valorisation géotouristique. Cependant, par leur forte composante émotionnelle, les paysages glaciaires pourraient, dans le cadre d'une valorisation géoscientifique, amener des clés de compréhension au public concernant le changement climatique et favoriser une modification de leur comportement en faveur de l'environnement. Ainsi, l'objectif de ce chapitre est d'explorer les potentialités bénéfiques que peuvent comporter les paysages glaciaires et plus généralement la visite des sites sujets au LCT. Le travail présenté est issu d'une publication (Salim et al., 2022b) en cours de révision dans la revue *Current Issues in Tourism* et dont le texte complet est disponible en Annexe A10

## *10.1 – Du tourisme de la dernière chance aux comportements pro-environnementaux*

Les destinations relatives au LCT constituent aujourd'hui un élément important des pratiques touristiques dans le contexte du changement climatique (Lemelin & Whipp, 2019). Le tourisme lié à l'ours polaire a été le premier à faire l'objet d'études approfondies (par exemple, Hall & Saarinen, 2010) et a récemment été suivi par des travaux sur le tourisme associé aux glaciers (par exemple, Lemieux *et al.*, 2018). Le LCT a été étudié sous l'angle de son principal paradoxe : plus les visiteurs sont conscients du changement climatique et de son impact humain, plus ils sont susceptibles de voyager sur de longues distances pour voir les conséquences de ce changement (Eijgelaar *et al.*, 2010 ; Dawson *et al.*, 2011). On peut donc se demander si les destinations ont intérêt à promouvoir le LCT étant donné l'ironie de son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant, le fait de voir des éléments emblématiques du changement climatique pourrait pousser les visiteurs à mieux comprendre les conséquences de leurs propres actions sur l'environnement (Salim & Ravanel, 2020).

Les destinations LCT et notamment le tourisme glaciaire pourraient jouer un rôle dans la promotion de comportements pro-environnementaux (*Pro-Environmental Behaviour* ; PEB) défini comme "une action d'un individu ou d'un groupe qui favorise ou aboutit à l'utilisation durable des ressources naturelles" (Halpenny, 2010, p. 410). Dans le cas du tourisme glaciaire, Groulx *et al.* (2019) ont montré que même les visiteurs les plus sensibilisés au climat n'étaient pas prêts à payer une taxe pour compenser l'empreinte carbone de leur voyage. Cependant, l'attachement à un lieu, défini comme les significations émotionnelles et symboliques attribuées

à un lieu par son visiteur (Manning, 2011), influence positivement l'acceptation de la compensation carbone (Groulx *et al.*, 2019) et s'est révélé être un prédicteur significatif de l'intention d'adopter des PEB dans d'autres contextes (Halpenny, 2010; Ramkissoon *et al.*, 2012). La relation du visiteur avec la nature, c'est-à-dire la connexion individuelle qu'il entretien avec le monde naturel (Nisbet *et al.*, 2009), influence également son comportement. Par exemple, Goldberg *et al.* (2018) ont montré que plus les visiteurs de la Grande Barrière de Corail se sentent connectés à la nature, plus ils sont susceptibles de se comporter de manière à la protéger. Le paysage scénique, qu'il soit virtuel ou réel, semble également influencer les comportements en général (Sheppard, 2005), tout comme les stratégies d'interprétation que les gestionnaires développent (par exemple, Powell & Ham, 2008). De plus, les glaciers étant des paysages exceptionnels et "émotionnellement chargés" (Farber & Hall, 2007; Metro-Roland & Soica, 2018) et les émotions ayant un fort impact sur les comportements (Halpenny, 2010; Notaro *et al.*, 2019), la visite d'un site touristique doté d'un glacier menacé et perçu comme tel pourrait avoir un impact sur les PEB des visiteurs.

Ainsi, l'objectif de ce chapitre est d'explorer la question suivante : les paysages glaciaires peuvent-ils augmenter les intentions des visiteurs à développer un comportement pro-environnemental ? Il teste les éléments qui influencent les intentions de mise en œuvre de PEB et, plus généralement, l'appréciation esthétique du paysage, et comment ces deux éléments interagissent. Finalement, l'objectif de ce travail est de tester l'hypothèse selon laquelle la visite de sites touristiques glaciaires ("sentinelles climatiques" et destinations LCT) influence les PEB. Nous nous demanderons également comment les parties prenantes et les opérateurs touristiques peuvent l'encourager.

## *10.2 – Cadre conceptuel, des émotions aux comportements pro-environnementaux*

### *Perception du paysage et émotions*

L'émotion n'a pas de définition stricte, mais est souvent comprise comme le résultat de l'évaluation d'une expérience vécue (Frijda, 1988). Les émotions résultent d'une interaction complexe entre différents facteurs médiés par les systèmes neuronaux et hormonaux. L'émotion peut : (1) donner lieu à des expériences affectives telles que des sentiments d'excitation, de plaisir/déplaisir ; (2) générer des processus cognitifs tels que des effets perceptifs émotionnellement pertinents, des évaluations, des processus de catégorisation ; (3) activer des ajustements physiologiques aux conditions favorables; et (4) conduire à un comportement qui est souvent - mais pas toujours - expressif, dirigé vers un but et adaptatif (Kleinginna & Kleinginna, 1981). Un paysage pittoresque

suscite des émotions (Farber & Hall, 2007) qui sont essentielles dans les expériences touristiques (Bigné & Andreu, 2004) ; de plus, elles peuvent avoir des conséquences comportementales (Kleinginna & Kleinginna, 1981). Parmi les deux principaux paradigmes qui existent dans la recherche sur le paysage scénique, et qui ont été présentés dans le chapitre 8, nous nous plaçons dans le paradigme subjectiviste qui soutient que le paysage n'existe qu'à travers les yeux de l'observateur (Jacobsen, 2007).

Malgré l'importance du paysage pour le tourisme glaciaire, peu d'études lui ont été accordées, et moins encore sur des aspects émotionnels. Les quelques études publiées montrent que les visiteurs des sites touristiques glaciaires sont bien conscients des changements du glacier (Moreau, 2010 ; Garavaglia *et al.*, 2012 ; Stewart *et al.*, 2016) et que l'intégrité écologique des sites est une dimension importante de la satisfaction liée au paysage (Groulx *et al.*, 2016 ; Weber *et al.*, 2019). Les résultats présentés dans la Partie 3 montrent que les visiteurs de la Mer de Glace ont une perception positive du paysage en général malgré son évolution rapide. Les perceptions négatives sont directement liées au changement du glacier lui-même, mais n'affectent pas significativement la satisfaction globale. De plus, le paysage glaciaire semble générer des émotions qui pourraient influencer les PEB. Si l'on considère que les éléments représentant le changement climatique peuvent sensibiliser au consensus de la science du changement climatique (Metag, 2020), l'observation et l'expérience des glaciers qui peuvent être considérées comme des caractéristiques exemplaires liées au changement climatique (Leiserowitz, 2006) pourraient être un vecteur d'amélioration des PEB.

### *Intentions d'adopter des comportements pro-environnementaux*

Des études récentes montrent que même les personnes les plus engagées sur le plan environnemental "oublient" leur engagement pendant leurs vacances (par exemple, Juvan & Dolnicar, 2014, ou Juvan *et al.*, 2016). L'une des solutions envisagées par les opérateurs touristiques pour réduire leurs émissions de $CO_2$ a été la mise en place d'une compensation carbone financière, par exemple pour les passagers aériens. Bien que cette mesure soit très controversée (par exemple, Gössling *et al.*, 2007), elle a été utilisée comme indicateur de la proportion de touristes prêts à s'engager financièrement pour "protéger" une destination (Mair, 2011; McLennan *et al.*, 2014). Cependant, cet indicateur est limité pour refléter le PEB. Mesurer les comportements qui seront effectivement adoptés à la suite d'une expérience nécessite des protocoles longitudinaux coûteux en moyens temporels et financiers. Ainsi, les recherches en psychologie environnementale se sont concentrées sur la mesure des intentions d'adopter des comportements pro-environnementaux (PeBI) qui semblent être des indicateurs imparfaits, mais opérants des comportements futurs (Fishbein & Ajzen, 1975; Kraus, 1995). L'attachement au lieu

a été principalement utilisé pour prédire ces intentions. Ce concept a mené au développement d'échelles psychométriques qui permettent mesurer la relation entre un individu et un lieu (Manning, 2011). Il existe aujourd'hui un consensus parmi les études scientifiques sur le sujet concernant l'influence positive de l'attachement au lieu sur les PeBIs (Halpenny, 2010; Ramkissoon *et al.*, 2012; Groshong *et al.*, 2020). L'expérience de la vie sauvage, qui se traduit par une meilleure connexion entre l'homme et la nature, est également efficace pour promouvoir les PeBIs (Clark *et al.*, 2019). De plus, des recherches récentes ont montré que les expériences dans la nature qui donnent l'occasion de réfléchir à l'environnement sont susceptibles d'augmenter les PeBIs (Hoberg *et al.*, 2020). Cette dernière recherche a été réalisée dans l'optique du tourisme faunique. Cependant, nous faisons l'hypothèse que la rencontre avec un glacier et un paysage glaciaire permet aux visiteurs de réfléchir aux questions environnementales et peut augmenter leurs PeBIs, ce qui peut donc avoir des résultats positifs en termes de comportements durables. Ainsi, nous avons émis l'hypothèse que le degré de connexion entre les individus et leur environnement naturel, tel que mesuré par l'échelle Nature-Relatedness (Nisbet *et al.*, 2009), peut avoir une influence sur les PeBIs. En outre, nous souhaitons explorer d'autres constructions théoriques, telles que la satisfaction ou la perception du paysage, qui pourraient exercer une influence sur les PeBIs.

Ainsi, cette recherche vise à comprendre si l'expérience du paysage glaciaire influence les PeBIs des visiteurs. Deux hypothèses principales sont testées : h1) la motivation du LCT influence les PeBIs ; h2) les émotions et la perception du paysage influencent les PeBIs. Trois autres hypothèses secondaires sont également testées : h3) la satisfaction de la visite influence les PeBIs ; h4) les caractéristiques de la visite/du séjour influencent les PeBIs ; et h5) la perception du paysage influence la satisfaction (Figure 50).

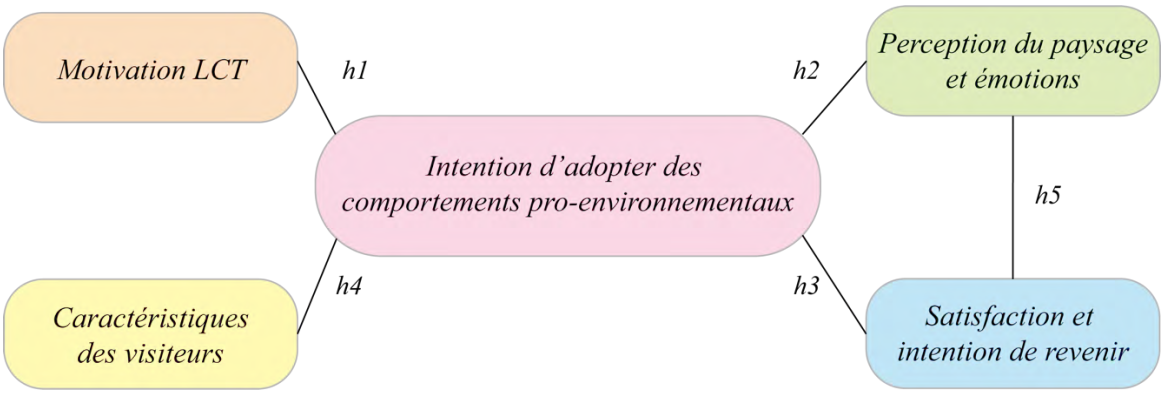



*Figure 50. Hypothèses testées.*

## *10.3 – Méthodologie*

Pour tester ces hypothèses, nous avons choisi le site du Montenvers, car il représente une "destination de la dernière chance" bien étudiée et de nombreux visiteurs viennent voir ce glacier avec une motivation liée à son retrait (Salim & Ravanel, 2020 ; Partie 3).

### *Conception de l'enquête*

Une enquête quantitative a été conçue pour tester nos hypothèses. Le questionnaire (Annexe 4) a été construit en neuf parties : attachement au lieu, PeBI, relation à la nature, perception du paysage, émotions, LCT, satisfaction, voyage et caractéristiques socio-démographiques.

L'échelle de mesure de l'attachement au lieu contient cinq items issus de Manning (2011). L'échelle des PeBIs contient huit items issus de Halpenny (2010), visant à mesurer les intentions générales et celles liées au lieu. L'échelle de connexion à la nature est basée sur les travaux de Dunlap *et al.* (2000) concernant le cadre du nouveau paradigme écologique (*New Environmental Paradigm)*; les cinq items ont été remaniés selon Bernstein & Szuster (2019) pour mieux répondre au contexte actuel. Les 11 items utilisés pour mesurer la perception du paysage sont les résultats d'entretiens qualitatifs concernant la perception du paysage, présentés en Partie 3 de ce manuscrit et réalisés durant l'été 2019. Il en va de même pour les six items relatifs aux émotions. La prééminence des motivations liées au LCT est mesurée à l'aide de deux items repris des travaux liés aux motivations (Partie 3). Les cinq items de satisfaction et d'intention de nouvelle visite sont basés sur la connaissance des auteurs du lieu et d'autres études sur le tourisme glaciaire (Groulx *et al.*, 2016 ; Welling *et al.*, 2020). Tous ces items sont des échelles de Likert (1 = pas du tout d'accord ; 5 = totalement d'accord). Quatorze items supplémentaires ont été inclus pour les parties centrées sur les caractéristiques socio-démographiques et les caractéristiques des voyages. Enfin, nous ajoutons une question pour mesurer la volonté de payer pour une compensation carbone. L'ensemble de l'enquête comprend ainsi 86 questions et la durée moyenne de réponse est de huit minutes.

### *Collecte et analyse des données*

L'enquête a été mise en œuvre par une équipe de trois chercheurs utilisant des tablettes et le logiciel *SphinxMobile* (Ganassali, 2014) pendant la saison estivale 2020. Les campagnes de terrain ont eu lieu pendant six journées ensoleillées durant la période de plus forte fréquentation, en juillet et août 2020. Pendant la période d'ouverture (9 h - 17 h), les visiteurs ont été abordés aléatoirement en français et en anglais au niveau du point de vue principal du glacier et ont été

invités à participer à l'enquête après une brève explication de ses objectifs. Lorsqu'il y avait un groupe, trois personnes au maximum pouvaient participer en raison du nombre de tablettes disponibles. L'objectif de l'étude étant de comprendre les influences potentielles de la visite d'un site glaciaire en termes d'intention d'agir pour l'environnement, nous n'avons pas approché les alpinistes qui contournent le point de vue pour rejoindre directement le glacier ou l'un des cinq refuges du bassin de la Mer de Glace.

Les données obtenues ont été analysées à l'aide de SPSS v.26 (Cronk, 2019). Les analyses effectuées comprennent des statistiques descriptives, des analyses factorielles exploratoires visant à confirmer la validité des construits mesurés (attachement au lieu, intentions d'agir, etc.) des corrélations de Spearman, des T-Tests et des ANOVAs.

*Limites*

La principale limite de l'enquête est liée à la pandémie de COVID-19. Le Montenvers accueille habituellement près de 50 % de visiteurs internationaux de tous les continents. La composition de l'ensemble des données actuelles montre que seuls 20 % des répondants sont étrangers et que seuls 2 d'entre eux (0,9 % de l'échantillon total) vivent habituellement hors d'Europe. De plus, le nombre de visiteurs à Chamonix en juillet 2020 était relativement élevé par rapport à ce que l'on pouvait attendre en raison de la baisse du nombre de visiteurs internationaux. Cela implique qu'un nouveau marché domestique (local / régional / national), dont les motivations ne sont pas encore connues, était présent lors de cette saison particulière. Cela pourrait avoir un impact sur la perception de la nature et des motivations qui ne peuvent pas encore être mesurées. Malgré cette limite, nous considérons que les principaux éléments de l'enquête relatifs à la perception du paysage restent peu affectés et permettent de donner un aperçu fiable de leur influence sur les intentions d'adoption des PEBs. Il faut garder à l'esprit que les résultats proposés sous-représentent les visiteurs non-européens qui représentaient 11,8 % du total des répondants à l'occasion d'une étude précédente réalisée sur ce site (Salim & Ravanel, 2020).

## *10.4 – Résultats*

Le jeu de données contient 301 réponses, parmi lesquelles 17 (5,64 %) ont été supprimées en raison de valeurs manquantes ou d'un âge inférieur à 16 ans. Les statistiques descriptives (Tableau 16) montrent que les répondants étaient âgés de 16 à 88 ans (médiane : 43), avec une égalité de genre. Parmi les répondants, 63 % étaient diplômés de l'enseignement supérieur, 79,7 % étaient français et seulement 0,9 % étaient originaires d'un pays non européen. 60 % des répondants ont passé entre 2 et 7 jours dans la vallée de Chamonix, 90,5 % ont fait le trajet en voiture, et 85,5 %

connaissaient l'existence de la Mer de Glace avant leur séjour. Les primo-visiteurs représentent 63 % de l'échantillon et 48,1 % des personnes déjà venues ont visité le site il y a moins de 11 ans. Enfin, au moment de répondre à l'enquête, 66 % de l'échantillon avaient déjà visité la grotte de glace, et 32 % le Glaciorium.

**Tableau 16.** Caractéristiques démographiques et de fréquentation

| Variable | Catégories | Jeu de données *N = 284* |
|---|---|---|
| *Genre* | | *n = 272* |
| | Femme | 135 (49.6%) |
| | Homme | 137 (50.4%) |
| *Âge* | | *n = 284* |
| | Plage | 16-88 |
| | Médian | 43 |
| *Pays de résidence* | | *n = 281* |
| | France | 224 (78.9%) |
| | Belgique | 14 (5%) |
| | Pays-Bas | 12 (4.3%) |
| | Allemagne | 9 (3.2%) |
| | Suisse | 8 (2.8%) |
| | Autre | 5 (1.8%) |
| *Première visite ?* | | *n = 284* |
| | Oui | 179 (63.0%) |
| | Non | 105 (37.0%) |
| *Visite du glaciorium ?* | | *n = 284* |
| | Oui | 91 (32%) |
| | Non | 193 (68%) |
| *Visite de la grotte de glace ?* | | *n = 284* |
| | Oui | 188 (66.2%) |
| | Non | 96 (33.8%) |
| *Durée du séjour* | | *n = 283* |
| | Moins d'une nuit | 21 (7.4%) |
| | 2 à 5 jours | 101 (35.7%) |
| | 6 à 7 jours | 71 (25.1%) |
| | 8 à 15 jours | 68 (24.0%) |
| | Plus de 15 jours | 9 (3.2%) |
| | Résident de la vallée | 13 (4.6%) |

Parmi les répondants, 94 % reconnaissent que le changement climatique est réel, et 78 % sont d'accord ou tout à fait d'accord avec son origine anthropique. En outre, 90 % des personnes interrogées affirment que les glaciers sont importants pour l'humanité, et 72 % admettent que le fait de voir un glacier leur donne envie d'agir pour l'environnement. La Figure 51 montre que les répondants attribuent un score élevé aux intentions d'adopter des comportements plus respectueux de l'environnement.

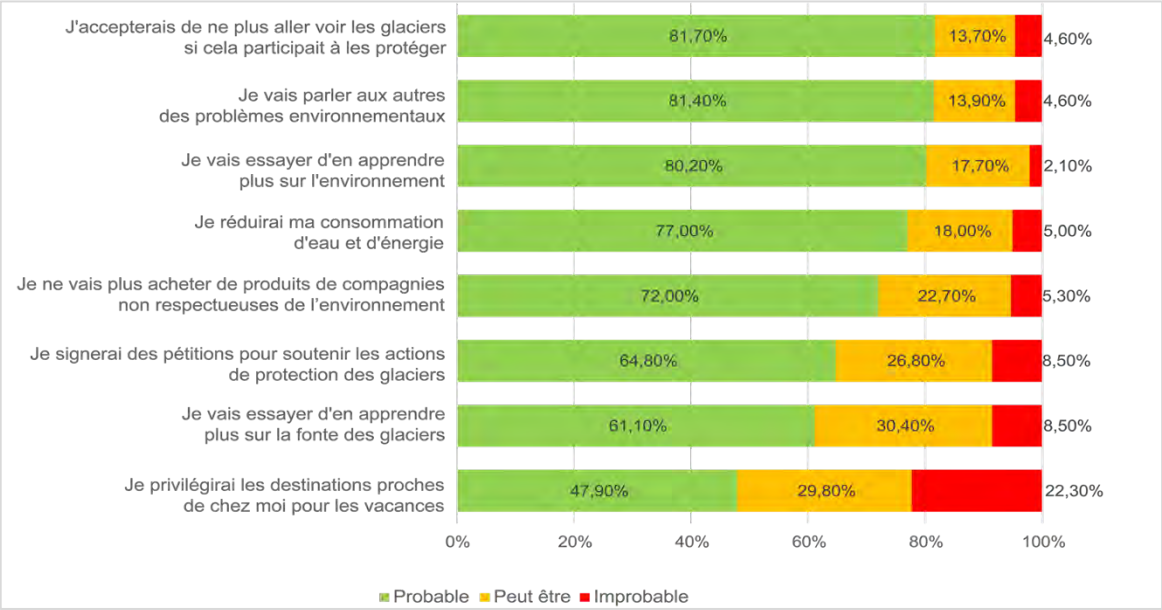



*Figure 42. Score PeBI (échelle de Likert ; Probable = 4 + 5, Peut-être = 3, Improbable = 1 + 2).*

Le paysage est considéré comme « beau » par 99 % des personnes interrogées, et le glacier par 76 %. Cependant, 94 % des répondants sont d'accord pour dire que le paysage qu'ils voient témoigne du changement climatique ; pour 83 %, il leur rappelle l'impact de la société sur l'environnement. La principale émotion liée à l'observation du glacier est la tristesse (Figure 52).

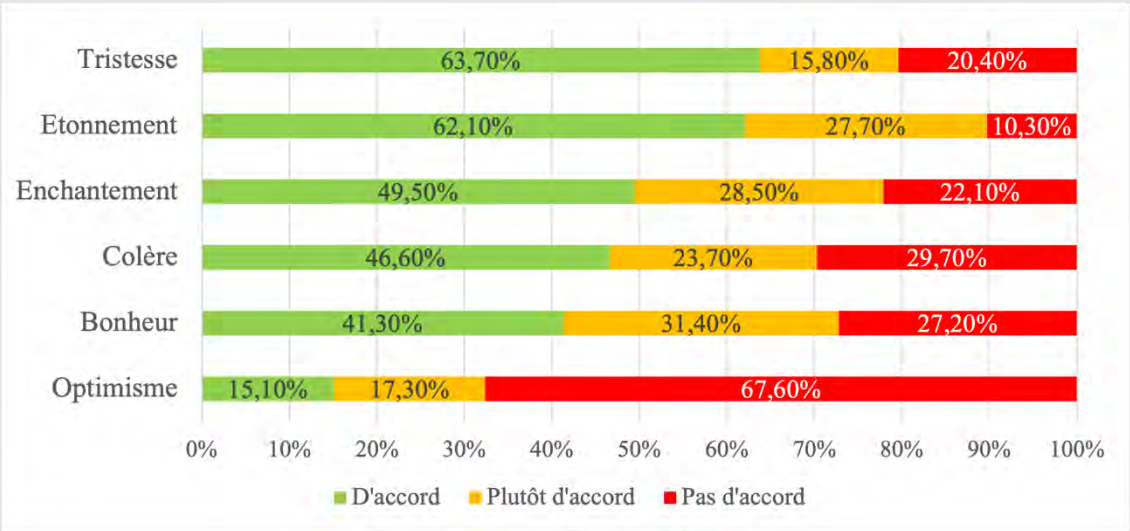



*Figure 43. Réponses à la question "Voir le glacier me fait me sentir ..." (Échelle de Likert : 1 = pas du tout d'accord, 5 = tout à fait d'accord ; d'accord = 4 + 5, plutôt d'accord = 3, pas d'accord = 1 + 2).*

Les résultats des tests de corrélations de Spearman entre la perception du paysage, les émotions et les PeBIs montrent que la perception du paysage et les émotions sont significativement corrélés avec les PeBIs, comme le montre la Figure 53.

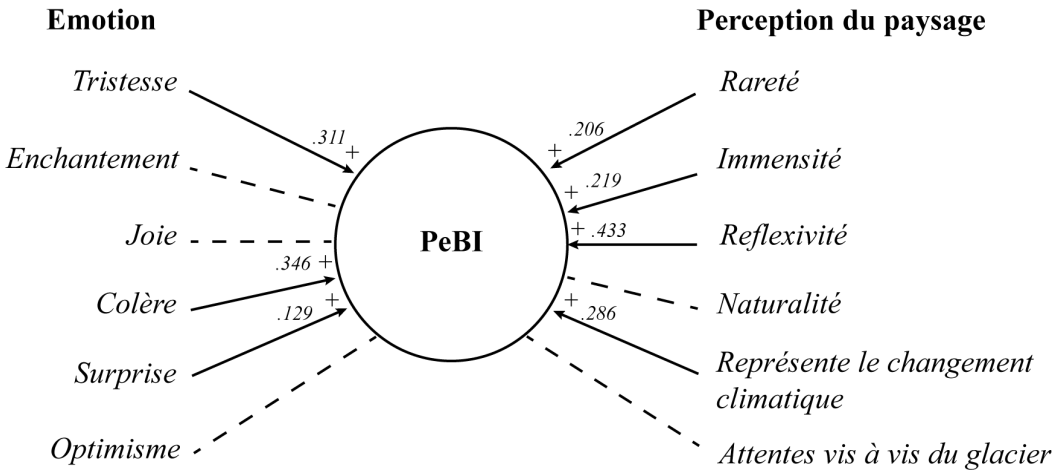



*Figure 53. Résultats des tests de corrélations de Spearman. Les lignes en pointillés indiquent qu'il n'y a pas de corrélation significative.*

Venir voir le glacier avant sa disparition est considéré comme important ou très important pour 184 répondants (65 %), et 117 (41 %) considèrent comme important le fait de venir pour mieux comprendre ce que signifie le changement climatique. Comme ces deux items seront utilisés pour mesurer la motivation du LCT, le coefficient alpha de Cronbach a été calculé pour tester la fiabilité de l'échelle et a fourni un score acceptable de 0,700. Le coefficient de Spearman-Brown a également été utilisé, car ce test est moins biaisé que l'alpha de Cronbach pour une échelle à deux éléments. Il fournit un score acceptable de 0,701 (Nunnally, 1978).

### *Réduction des dimensions*

Afin de réduire le nombre de variables pour aboutir à une analyse plus approfondie, une analyse factorielle exploratoire (*Exploratory Factor Analysis* ; EFA) a été réalisée avec 9 items. Avec un test de KMO acceptable de 0,625 et un test de sphéricité de Bartlett significatif de 0,000 (Andy, 2013 ; voir Partie 3, Chapitre 7), l'analyse fournit trois facteurs différents après avoir supprimé les éléments dont la saturation est supérieure à 0.30 dans plusieurs facteurs (Tableau 17). Le facteur 1 comprend les éléments liés à la perception du changement climatique et a été étiqueté comme tel. Le facteur 2 comprend des éléments liés aux solutions technologiques et a été étiqueté "Techno-optimisme". Le facteur 3 comprend des éléments liés à la nature et a été nommé "Utilisation de la nature". La fiabilité et la consistance interne de l'échelle de perception du changement climatique montrent un alpha de Cronbach acceptable de 0,630, mais des scores

inférieurs à une fiabilité minimale de 0,600 (Nunnally & Bernstein, 1994) pour les deux autres facteurs ont nécessité leur retrait pour les analyses suivantes (αf2 = 0,543 ; αf3 = 0,296).

**Tableau 17.** EFA (Exploratory Factor Analysis) à partir de la perception du changement climatique et de la vision du monde environnementale des visiteurs

| | f1 Perception du changement climatique | f2 Techno-optimisme | f3 Utilisation de la nature |
|---|---|---|---|
| Le changement climatique actuel est essentiellement d'origine humaine | 0,834 | | |
| Le changement climatique actuel est réel | 0,642 | | |
| Les glaciers comme celui-ci sont importants pour l'humanité | 0,372 | | |
| La technologie résoudra les problèmes environnementaux | | 0,655 | |
| L'homme est suffisamment ingénieux pour que la Terre ne devienne pas invivable | | 0,609 | |
| Les réponses aux problèmes environnementaux doivent principalement venir d'en haut (État, Europe) | | 0,401 | |
| L'homme fait partie de la nature | | | 0,453 |
| Les plantes et les animaux ont le droit d'exister autant que les humains | | | 0,451 |

Méthode d'extraction : Factorisation selon l'axe principal.
Méthode de rotation[a] : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

[a.] La rotation a convergé en 7 itérations.

À la question "accepteriez-vous de payer un supplément (facultatif) à votre billet si cela permettait de protéger le glacier ?", 81 % des personnes interrogées ont répondu "oui" (34,9 %) ou "peut-être oui" (46,5 %), indiquant une somme qu'ils jugent convenable dans la fourchette 1-115 € (moyenne = 15 € ; médiane = 5 €).

Une autre EFA a été calculée pour comprendre la structure sous-jacente des PeBIs et réduire le nombre de variables pour les analyses ultérieures. Après s'être assuré qu'aucun élément ne se chargeait à plus de 0,30 dans différents facteurs (Stevens, 2012), 10 éléments se sont chargés dans deux facteurs différents expliquant 54,9 % de la variance totale (Tableau 18). La fiabilité de l'EFA est acceptable avec un KMO de 0,881 et un test de sphéricité de Bartlett de 0,000. Le facteur 1 comprend 7 items liés aux comportements généraux ; ces items ont été étiquetés "Intentions générales". Le facteur 2 est composé de 3 items liés au glacier que nous avons étiquetés "Intentions liées au lieu". L'alpha de Cronbach a été calculé pour chaque facteur et donne un résultat acceptable pour f1 (α = 0,831) et f2 (α = 0,686).

**Tableau 18**. EFA des items d'intention de comportement pro-environnemental[a].

| | f1<br>Intentions générales | f2<br>Intentions liées au lieu |
|---|---|---|
| Je parlerai aux autres des problèmes environnementaux | 0,780 | |
| J'essaierai d'en savoir plus sur l'environnement et sur les moyens de le protéger | 0,777 | |
| Je vais essayer d'en savoir plus sur la fonte des glaciers | 0,765 | |
| Je n'achèterai plus de produits d'entreprises non respectueuses de l'environnement | 0,703 | |
| Je réduirai ma consommation d'eau et d'énergie | 0,624 | |
| Je vais choisir des destinations proches de chez moi pour les vacances | 0,446 | |
| Voir le glacier me donne envie d'agir pour l'environnement | 0,431 | |
| Je signerai des pétitions pour soutenir les actions de protection des glaciers | | 0,750 |
| J'accepte de ne plus aller voir les glaciers si cela permet de les protéger | | 0,576 |
| Accepteriez-vous de payer un supplément (facultatif) à votre billet si cela permettait de protéger le glacier ? | | 0,571 |

Méthode d'extraction : Factorisation selon l'axe principal.
Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

[a.] La rotation a convergé en 4 itérations.

Concernant la perception du paysage, l'EFA a été réalisée avec les 17 items liés au paysage et aux émotions afin de réduire le nombre de variables pour les analyses ultérieures. Après avoir éliminé les items à charge croisée, 13 items ont été chargés sur quatre facteurs différents expliquant 67,3 % de la variance totale avec un KMO de 0,747 (Tableau 19). Le facteur 1 est composé de quatre items liés à la beauté du paysage que nous avons étiquetés "Sentiment de beauté". Le facteur 2 comprend quatre items liés à la représentation du changement climatique dans le paysage et a été étiqueté "Réflexion sur le changement climatique". Le facteur 3 est composé de trois items concernant les résultats positifs de l'observation du paysage, que nous avons étiquetés "Bonheur ressenti". Enfin, le facteur 4 comprend deux items que nous avons étiquetés "Satisfaction à l'égard du paysage". Le test alpha de Cronbach a été calculé pour chaque facteur et indique une fiabilité acceptable pour chacun d'eux ($\alpha f1 = 0,742$ ; $\alpha f2 = 0,789$ ; $\alpha f3 = 0,714$ ; $\alpha f4 = 0,790$). La mesure de l'attachement au lieu a été effectuée à l'aide d'une échelle à deux éléments fournissant un coefficient de Spearman-Brown fiable de 0,634.

**Tableau 19.** EFA de la perception et de l'émotion liée au paysage[a].

| | f1 Sens du beau | f2 Réflexion sur le changement climatique | f3 Le bonheur ressenti | f4 Satisfaction à l'égard du paysage |
|---|---|---|---|---|
| Le glacier est magnifique | 0,717 | | | |
| Ce paysage suggère l'immensité | 0,700 | | | |
| Ce paysage est rare | 0,623 | | | |
| Ce paysage est merveilleux | 0,590 | | | |
| Voir le glacier me rend triste | | 0,821 | | |
| Voir le glacier me met en colère | | 0,813 | | |
| Ce paysage me rappelle l'impact de l'homme sur la nature | | 0,630 | | |
| Ce paysage témoigne des effets du changement climatique | | 0,598 | | |
| Voir le glacier me rend heureux | | | 0,973 | |
| Voir le glacier m'enchante | | | 0,713 | |
| Voir le glacier me rend optimiste | | | 0,381 | |
| Le paysage répond à mes attentes | | | | 0,835 |
| Le glacier répond à mes attentes | | | | 0,754 |

Méthode d'extraction : Factorisation selon l'axe principal.
Méthode de rotation[a] : Oblimin avec normalisation de Kaiser.
[a.] La rotation a convergé en 6 itérations.

En plus des items de satisfaction du paysage présentés ci-dessus, plusieurs items ont été utilisés pour mesurer la satisfaction générale des visiteurs. De manière générale, 80 % des répondants sont satisfaits ou très satisfaits de leur visite au Montenvers. La satisfaction est plus faible concernant la visite de la grotte de glace avec 64 % de répondants satisfaits ou très satisfaits. Ceci est confirmé par le fait que 67 % des répondants estiment qu'ils seraient venus même sans grotte de glace à visiter, contre seulement 54 % s'il n'y avait pas de glacier à voir. Enfin, seuls 50 % des répondants pensent revenir au Montenvers à l'avenir.

*Analyses des corrélations*

Les corrélations entre les différents facteurs composés de variables continues sont effectuées à l'aide de la corrélation de Spearman (Tableau 20). Comme prévu, la motivation pour le LCT est corrélée aux intentions générales (r = 0,410) et aux intentions liées au lieu (r = 0,275). Elle présente également une corrélation modérée avec l'attachement à un lieu (r = 0,403), la perception de la beauté du paysage (r = 0,172) et le rôle de marqueur du changement climatique (r = 0,331). Une légère corrélation apparaît également entre la motivation LCT et la satisfaction générale (r = 0,158), et la satisfaction concernant la grotte de glace (r = 0,149).

L'intention générale d'adopter des PEBs est positivement corrélée avec la perception du paysage comme étant beau (r = 0,166) et comme un marqueur du changement climatique (r = 0,375), la perception du changement climatique (r = 0,318), la volonté de visiter le site sans voir la grotte de glace (r = 0,214) ou le glacier (r = 0,127), l'attachement au lieu (r = 0,410) et la satisfaction générale (r = 0,189). Les intentions liées au lieu sont positivement corrélées avec la perception du paysage comme étant beau (r = 0,227) et comme étant un marqueur du changement climatique (r = 0,384), la perception du changement climatique (r = 0,341), la satisfaction générale (r = 0,237), l'attachement au lieu (r = 0,303), et la volonté de visiter le Montenvers en l'absence de la grotte de glace (r = 0,184).

La satisfaction à l'égard du paysage est corrélée avec le paysage perçu comme étant beau (r = 0,450) et vecteur de bonheur (r = 0,401), mais aussi - entre autres - avec la satisfaction générale (r = 0,479), l'intention de revisiter (r = 0,387) et l'attachement au lieu (r = 0,289).

L'influence des caractéristiques du voyage et des données socio-démographiques sur les PeBIs a été testée en effectuant diverses ANOVAs. La moyenne des intentions générales et des intentions liées au lieu a été comparée au niveau d'éducation, au revenu annuel, à la durée et au type d'hébergement pendant le séjour. Aucune de ces ANOVAs n'a donné de résultats significatifs.

Pour les variables catégorielles à deux éléments, des tests-T à échantillon indépendant ont été effectués pour comparer les moyennes des PeBIs avec le sexe, le fait de connaître ou non l'existence de la Mer de Glace avant d'arriver dans la région, le fait de visiter ou non le Glaciorium et la grotte de glace, et le fait qu'il s'agisse ou non d'une première visite. Aucun de ces tests ne s'est avéré significatif.

**Tableau 20**. Résultat des corrélations de Spearman

| | LCT | IG | IL | SB | RCC | JR | SP | CC-P | PA | NIC | NGV | IR | SG | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Motivation LCT (LCT) | | **,410**** | **,275**** | **,172**** | **,331**** | 0,006 | 0,034 | **,295**** | **0.403**** | 0,063 | 0,009 | 0,064 | **,158**** | **,149*** |
| Intention générale (IG) | **,410**** | | **,481**** | **,166**** | **,375**** | 0,009 | 0,106 | **,318**** | **0.410**** | **,214**** | **,127*** | 0,096 | **,189**** | 0,017 |
| Intention liée au lieu (IL) | **,275**** | **,481**** | | **,227**** | **,384**** | -0,086 | 0,112 | **,341**** | **0.303**** | **,184**** | 0,094 | 0,096 | **,237**** | 0,055 |
| Sens du beau (SB | **,172**** | **,166**** | **,227**** | | **,152*** | **,317**** | **,450**** | **,279**** | **0.404**** | **,197**** | **,167**** | **,268**** | **,359**** | **,335**** |
| Réflexion sur le changement climatique (RCC) | **,331**** | **,375**** | **,384**** | **,152*** | | **-,206**** | 0,005 | **,480**** | **0.167**** | **,156**** | 0,056 | -0,059 | 0,084 | -0,022 |
| Joie ressentie (JR) | 0,006 | 0,009 | -0,086 | **,317**** | **-,206**** | | **,401**** | -0,084 | **0.283**** | **,226**** | **,221**** | **,301**** | **,364**** | **,303**** |
| Satisfaction du paysage (SP) | 0,034 | 0,106 | 0,112 | **,450**** | 0,005 | **,401**** | | 0,104 | **0.289**** | **,281**** | **,226**** | **,387**** | **,479**** | **,368**** |

Perception du changement climatique (CC-P) ; attachement au lieu (PA) ; intention de venir : sans grotte de glace à visiter (NIC) ; sans glacier visible (NGV) ; intention de revenir (IR) ; satisfaction générale (SG) ; satisfaction vis-à-vis du paysage (SP).

**. The correlation is significant at the 0.01 level (bilateral).

*. The correlation is significant at the 0.05 level (bilateral).

## *10.5 – Discussion*

### *Influence de la visite des sites touristiques glaciaires sur les intentions d'adopter des comportements pro-environnementaux*

Les résultats présentés ci-dessus valident des travaux antérieurs (par exemple, Halpenny, 2010 ; Ramkissoon *et al.*, 2012 ; Groulx *et al.*, 2019 ; Groshong *et al.*, 2020) et confirment que l'attachement au lieu influence positivement les PeBIs. Certaines des hypothèses initialement proposées sont validées (Figure 54). En premier lieu, h1 est validée, car la motivation LCT est bien corrélée avec les PeBIs. Les intentions générales sont plus fortement corrélées avec la motivation LCT que les intentions liées au lieu. Comme suggéré par Salim & Ravanel (2020), la motivation LCT est également positivement corrélée avec la perception du changement climatique, indiquant que les visiteurs motivés par le LCT sont davantage conscients du changement climatique que les autres. Cette prise de conscience est également corrélée avec les PeBIs, indiquant que les visiteurs conscients du changement climatique sont plus susceptibles d'avoir l'intention d'agir pour l'environnement. Reconnaissant avec Groulx *et al.* (2019) que tous les visiteurs du LCT ne sont pas les mêmes, ce résultat pourrait soutenir le fait que les visiteurs du LCT sont plus susceptibles de s'engager dans le PEB comme cela est suggéré ailleurs, par exemple par Miller *et al.* (2020).

La deuxième hypothèse (h2) est également validée, car il existe différentes preuves d'une relation entre le paysage perçu, les émotions ressenties et les PeBIs. La perception positive et les émotions ne sont pas corrélées avec les PeBIs malgré le sentiment de beauté qui est légèrement corrélé. Malgré une robustesse limitée, cette corrélation entre la beauté perçue et les PeBIs soutient la suggestion de Bennett (2020) selon laquelle la promotion de la beauté et de l'esthétique globale pourrait être efficace pour inspirer des actions contre le changement climatique. Cependant, le facteur de réflexion sur le changement climatique, qui représente les sentiments et la perception liés au changement climatique, est corrélé à la fois aux intentions générales et aux intentions liées au lieu. En d'autres termes, plus les visiteurs considèrent le paysage comme un marqueur du changement climatique, plus ils ont l'intention d'adopter un comportement visant à atténuer le changement climatique. Cet élément est directement lié à la perception du changement climatique, car ce facteur est bien corrélé ($r = 0,480$) avec le facteur de réflexion sur le changement climatique. Ce résultat peut être considéré en termes de menace perçue : le fait de considérer la modification du paysage glaciaire comme une conséquence directe du changement climatique augmenterait l'intention d'agir. Ceci est cohérent avec une étude récente sur le tourisme lié à la pratique du ski en Chine (Chen *et al.*, 2020) qui montre que le comportement d'atténuation d'un problème climatique est plus important lorsqu'il est perçu comme une menace directe pour

l'activité pratiquée. À l'inverse, Miller *et al.* (2020) montrent que les PeBIs des visiteurs de Kaktovik en Alaska sont négativement corrélés au nombre d'ours vus : voir plus d'ours donne la perception d'une faible menace pour la population d'ours et diminue donc l'intention d'agir des visiteurs. De plus, comme le soulignent Groulx *et al.* (2019), voir le paysage changeant pourrait pousser l'attention sur l'implication de la production de carbone du comportement des touristes et donc, une PeBI renforcée.

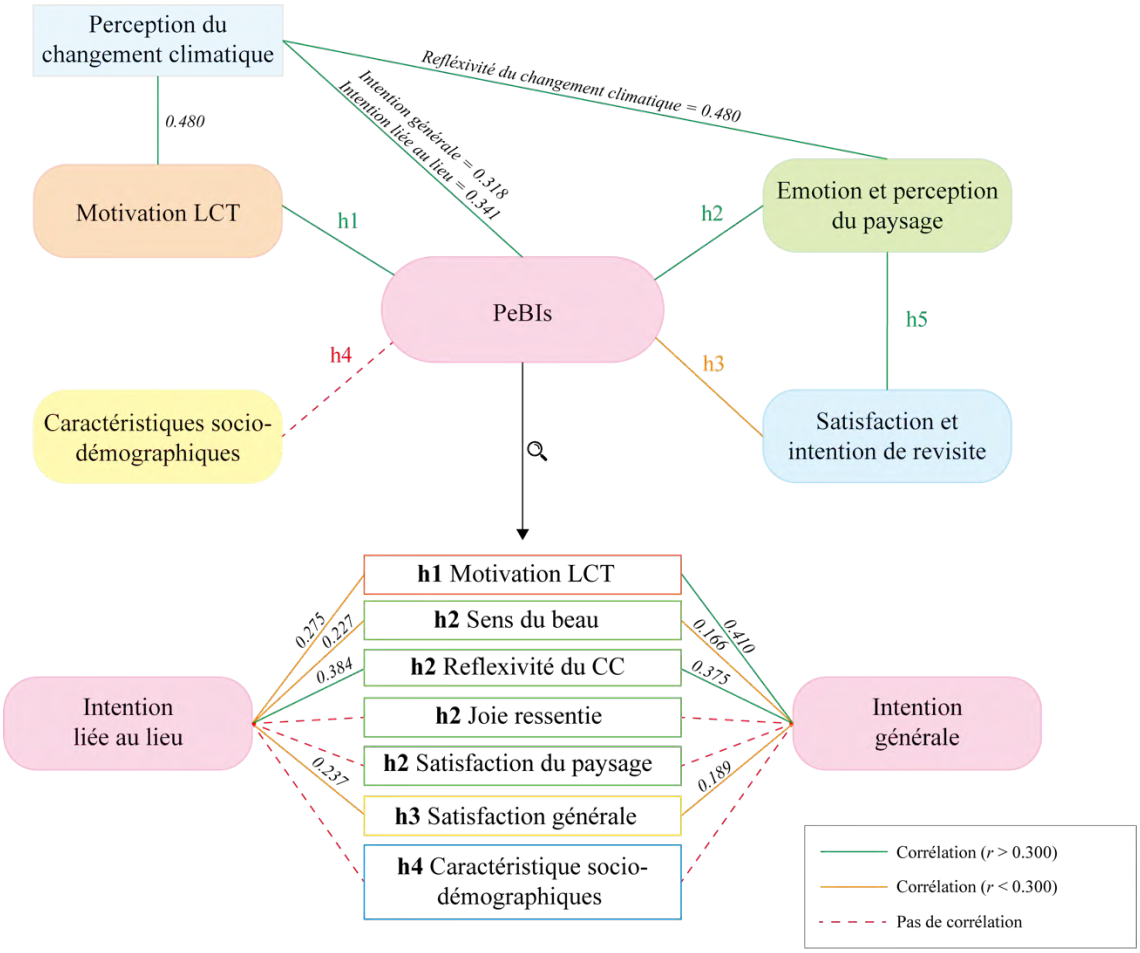



*Figure 54. Synthèse des résultats et validation des hypothèses. Se référer au Tableau 20 (p. 226) pour les détails concernant h5*

L'hypothèse h3 est partiellement validée, car la satisfaction générale est légèrement corrélée avec le PeBI. Cependant, aucune relation n'est apparue entre les PeBIs et la satisfaction spécifique et l'intention de revisite. Dans leur étude, Ramkissoon *et al.* (2013) ont constaté que la satisfaction du lieu est positivement corrélée avec le PeBI à faible effort. Cette différence entre les PeBI à faible et à fort effort n'est pas apparue dans notre étude, mais une corrélation plus élevée entre les intentions liées au lieu et à la satisfaction pourrait suggérer que le visiteur est plus susceptible de mettre en œuvre un comportement qui protège directement le lieu. Cette hypothèse semble cohérente avec Lee *et al.* (2019) qui ont trouvé une corrélation modérée entre la fidélité au lieu et

le PEB dans le contexte du tourisme en Chine. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux étudier ces relations.

L'hypothèse h4 est rejetée puisqu'il n'y a pas de relation significative entre les PEBs, les caractéristiques du voyage et les données socio-démographiques. Il semblerait donc que les caractéristiques des visiteurs n'influencent pas leur intention d'agir pour l'environnement. Ce résultat contraste avec d'autres études, qui ont montré que certaines caractéristiques des répondants influencent les PeBIs (par exemple, Lindsey *et al.* 2007). En dehors du contexte touristique, Kahan (2010) et Kahan *et al.* (2012) suggèrent qu'être concerné ou non par le changement climatique relève davantage du conflit d'intérêts lié aux valeurs culturelles qu'à des variables concrètes comme le niveau d'éducation par exemple. Par conséquent, la promotion d'informations démontrant que les impacts du changement climatique peuvent menacer les intérêts individuels des visiteurs peut être efficace pour promouvoir les PEBs.

Comme envisagé *via* l'hypothèse h5, la perception du paysage est corrélée à la satisfaction et à l'intention d'une nouvelle visite. Cependant, seule une perception positive présente une telle corrélation. À l'inverse, la réflexion sur le facteur changement climatique ne montre aucune corrélation avec la satisfaction malgré sa corrélation avec les PEBs. Le paysage perçu comme un marqueur du changement climatique est donc lié aux PeBIs, mais n'a pas d'impact sur la satisfaction.

### *Implications de gestion pour favoriser les PeBIs*

Les résultats confirment d'autres études qui suggèrent que les LCT pourraient avoir un rôle à jouer dans l'encouragement des PEBs ( Powell & Ham, 2008 ; Eijgelaar *et al.*, 2010 ; Miller *et al.*, 2020). Cependant, il reste de la responsabilité des opérateurs et des parties prenantes des destinations LCT de promouvoir l'émergence de ces comportements. L'éducation et les expériences sont deux points clés sur lesquels il faut se concentrer afin d'encourager les PEBs.

L'éducation est ici liée à la cognition, au rationnel et aux connaissances que les visiteurs peuvent acquérir à l'occasion de leur visite. La sensibilisation au changement climatique des visiteurs du Montenvers (78 % des interrogés pensent qu'il est d'origine humaine) correspond à celle de la population française (79 %) dans un sondage d'opinion national (Boy, 2020). Cependant, une connaissance approfondie semble cruciale pour s'assurer de la bonne compréhension des processus. Par exemple, les PeBIs des visiteurs à Kaktovik diminuent lorsque le nombre d'ours polaires observés augmente en raison d'un manque de connaissances sur les raisons pour lesquelles autant d'ours polaires sont observés sur un même lieu à ce moment-là (Miller *et al.*, 2020). Dans le cas du tourisme à la Mer de Glace, des entretiens informels avec des visiteurs suggèrent que les informations sur les glaciations passées conduisent les visiteurs et les

parties prenantes à relativiser le recul actuel des glaciers bien qu'il soit directement lié au changement climatique en cours (voir Roe *et al.*, 2017) dont une part importante est d'origine anthropique (IPCC, 2021). Une première réponse éducative pourrait être de relier ce qui est vu dans le paysage avec ce qui est scientifiquement connu. Cela pourrait être particulièrement efficace, car nos résultats montrent que plus les conséquences du changement climatique sont perçues à travers le paysage, plus l'intention d'agir est grande. En outre, sur la base de Kahan *et al.* (2012), il semble important de montrer comment le changement climatique - comme indiqué par le recul des glaciers - est une menace pour les intérêts des visiteurs et comment les visiteurs, en tant que citoyens, peuvent agir.

En plus de l'éducation, l'expérience est également un levier fort pour promouvoir les PEBs. L' « épiphanie environnementale » définie comme "*une expérience dans laquelle la perception de la signification essentielle de sa relation avec la nature change de manière significative*" (Vining & Merrick, 2012, p. 497) peut avoir des résultats significatifs en termes de PEB (Miller *et al.*, 2020). Ceci est corroboré par nos résultats qui montrent que les réponses émotionnelles au paysage sont en corrélation avec les PeBIs. De plus, d'autres études ont défendu l'idée que la relation à la nature et sa compréhensibilité sont un point clé pour promouvoir les comportements environnementaux (par exemple, Kim *et al.*, 2018; Martin *et al.*, 2020). En outre, l'identité environnementale prédit bien les PEB dans différentes études (Goldberg *et al.*, 2018 ; Clark *et al.*, 2019). La promotion de circuits « nature » qui combinent des éléments éducatifs concrets avec des expériences dans la nature pourrait influencer la survenue d'épiphanies et donc la volonté d'agir pour l'environnement. En ce sens et dans le contexte du tourisme glaciaire, les visites guidées sur ou autour du glacier pourraient être un moyen efficace d'y parvenir. C'est par exemple ce que développe l'association *ProNatura* au glacier d'Aletsch (Suisse). De futures études pourraient se pencher sur l'expérience des visiteurs de ces circuits et leurs avantages potentiels en termes de promotion du PEB. Enfin, malgré les éléments négatifs qui peuvent être perçus dans les paysages glaciaires actuels (*cf.* : Partie 3), il semble important de promouvoir "une esthétique de la beauté" (Bennett, 2020) pouvant conduire à une volonté de la protéger, ainsi que les solutions qui peuvent être apportées à l'échelle individuelle et collective. L'enjeu est donc de relayer des messages alarmants, mais factuels tout en donnant aux visiteurs l'envie et les moyens d'agir pour atténuer le changement climatique (par des actions individuelles, mais aussi par l'acceptation de politiques d'atténuation).

### *Conclusion du Chapitre 10*

Cette étude exploratoire a cherché à savoir quelles constructions théoriques liées au tourisme de pleine nature pouvaient aider à comprendre les intentions des visiteurs d'agir pour l'environnement dans le contexte du LCT. En plus de soutenir le fait que le LCT peut jouer un rôle dans les PeBIs, cette étude confirme que la perception du paysage, l'attachement au lieu, ainsi que la satisfaction, sont corrélés aux PeBIs. Il semble donc évident que les glaciers, en tant que masses de glace menacées, ont un rôle important à jouer dans la transmission des connaissances scientifiques liées au changement climatique. Pour être efficace, nous soutenons que la communication au public doit comporter un aspect éducatif et un aspect expérientiel, y compris une partie émotionnelle. Par sa nature exploratoire, cette étude ouvre également la voie à d'autres recherches sur le PEB. La relation entre le PEB et l'attachement au lieu est de mieux en mieux comprise. Cependant, d'autres études devraient être menées pour confirmer la relation entre la satisfaction de la visite et les PeBIs. De même, il serait pertinent d'approfondir la manière dont le paysage perçu influence les PeBIs. Enfin, la façon dont les visiteurs perçoivent et considèrent leur environnement pourrait expliquer en partie les PeBIs. Par exemple, bien que l'échelle de techno-optimisme soit statistiquement peu fiable, les analyses effectuées montrent une relation négative entre le techno-optimisme et les PeBIs. Une compréhension plus approfondie de la façon dont la cognition culturelle joue un rôle dans les PeBIs est également importante pour mieux les promouvoir. Une meilleure compréhension des mécanismes liés aux PEBs doit également être envisagée en termes d'échelle géographique, de difficulté de mise en œuvre, et de bénéfices potentiels. Au-delà du vaste champ de recherche qui s'offre aux chercheurs, il est important d'identifier des solutions concrètes pouvant être mises en œuvre pour favoriser les PEBs. Des efforts doivent être faits pour fournir aux visiteurs des informations claires et complètes leur permettant de mieux interpréter le paysage à la lumière des connaissances scientifiques actuelles. Ces actions peuvent être réalisées par le biais d'éléments d'interprétation, mais aussi par des visites guidées et médiées par des personnes expérimentées dans le domaine. Il semble important d'inclure dans les dispositifs d'interprétation des éléments sur les conséquences du changement climatique sur les intérêts individuels des visiteurs, et les solutions envisageables à leur échelle. Enfin, transmettre l'idée de beauté et favoriser les épiphanies environnementales pourrait être un point clé pour la promotion des PEBs dans le contexte du LCT et au-delà.

# Chapitre 11 – L'adaptation du tourisme glaciaire alpin au changement climatique : *statu quo* ou transformation ?

La Partie 2 de ce manuscrit a permis de montrer en quoi le changement climatique impacte l'offre touristique glaciaire. La Partie 3 s'est quant à elle intéressée à l'impact du changement climatique sur la demande touristique. On observe d'une part que l'offre touristique liée aux glaciers évolue du fait du changement climatique dans les Alpes et dans le monde depuis la fin du PAG. D'autre part, la demande elle-même évolue, notamment avec l'apparition du LCT. Comment ces évolutions interagissent-elles ? Les adaptations prévues par les opérateurs touristiques sont-elles à même de garantir la soutenabilité du tourisme glaciaire ? Quel pourra être l'avenir du tourisme glaciaire dans un monde sans glace ? C'est à ces questions que ce chapitre se propose de répondre.

## *11.1 – Entre adaptations des gestionnaires et attentes des visiteurs*

### *Des adaptations en phase avec les attentes des visiteurs ?*

Les résultats présentés en Partie 2 montrent que le tourisme glaciaire alpin est impacté par les processus et dynamiques glaciologiques et géomorphologiques selon 6 modalités : problématiques de gestion ; d'itinéraire ; d'infrastructure ; d'attractivité ; de sécurité ; et d'activité. Parmi ces modalités, 5 concernent des problématiques inhérentes au fonctionnement des sites et peuvent ne pas être perçues par les visiteurs (*i.e.*, déstabilisation des infrastructures, problématiques de management ou encore de sécurité). À l'inverse, la problématique d'attractivité représente une évolution de l'offre qui peut être largement perçue par les visiteurs (*i.e.*, réduction de l'importance du glacier dans le paysage, temps d'accès au glacier accru). Cette baisse de l'attractivité des sites aboutit à l'hypothèse d'une baisse de la satisfaction des visiteurs, voire d'un potentiel déclin de la fréquentation à venir.

En réponse, les différentes enquêtes réalisées et présentées en Partie 3 montrent que le retrait glaciaire participe à l'émergence de motivations liées au LCT. De plus, sur l'ensemble des 6 sites investigués, seuls 3,5 % des 1309 répondants considèrent que la beauté du paysage ne correspond pas à leurs attentes. Enfin, la même enquête montre que 74 % des répondants indiquent qu'ils auraient visité le site même si le glacier n'était plus visible. Ces résultats donnent indubitablement une vision partielle de la réalité ; ils sont issus d'un échantillon de convenance et ne sont pas représentatifs de l'ensemble des visiteurs des différents sites. Cependant, leur nombre et l'approche adoptée pour les collecter permet d'avoir une estimation intéressante (Ganassali, 2014). Ainsi, ces éléments quantitatifs, couplés aux résultats qualitatifs liés à la perception du paysage et à l'importance de celui-ci dans son ensemble, montrent que la baisse

d'attractivité des sites redoutée par les opérateurs touristiques est pour l'instant limitée. De plus, si les stratégies d'adaptation réactives identifiées (*i.e.*, moyens techniques, managements et évolution des accès) permettent de continuer l'exploitation des sites, les adaptations transitionnelles et transformationnelles semblent répondre aux attentes des visiteurs. La dynamique de patrimonialisation des glaciers, engagée notamment par le développement ou le renforcement d'éléments d'interprétation du paysage et des centres d'interprétation glaciaires, semble à ce titre correspondre à la dimension « témoignage » identifiée comme l'un des ressorts du LCT chez les visiteurs de la Mer de Glace. De plus, au-delà de la cohérence avec la motivation de la dernière chance qui est la seconde en termes d'importance à l'échelle des six sites glaciaires investigués, la patrimonialisation des glaciers répond à la troisième motivation en termes d'importance, relative au désir d'apprentissage. Une autre adaptation des opérateurs touristiques (notamment au Montenvers et au Franz-Josefs-Höhe) consiste à réduire l'importance du glacier dans les éléments marketing pour le remplacer par des aspects historiques et liés à l'environnement naturel. Outre le fait que ces éléments rejoignent respectivement la troisième et la première motivation des visiteurs de ces sites, cette adaptation permet de réduire les risques d'écart entre attentes des visiteurs et perception sur place, pouvant mener à une réduction de la satisfaction (Weber, 1997). Il semble donc que les adaptations identifiées dans les Alpes répondent aux attentes des visiteurs et que certains sites pourraient rester attractifs malgré le retrait glaciaire.

Ces résultats confirment ceux issus d'autres enquêtes (*e.g.*, Groulx *et al.*, 2016; Yuan *et al.*, 2006). Cependant, certaines enquêtes montrent que les stratégies d'adaptation prévues par les opérateurs touristiques en contexte glaciaire peuvent mener à une baisse d'attractivité. Par exemple, Groulx *et al.* (2016) ont montré que les visiteurs du glacier Athabasca répondaient moins favorablement à la question concernant leur volonté de revenir sur le site dans le cas d'un scénario impliquant un certain nombre d'aménagements (mise en tourisme d'un lac proglaciaire, réfection des sentiers de randonnée, développement de l'*heli-hike*). Ces résultats sont soutenus par Weber *et al.* (2019) qui montrent que, sur le même site canadien, le développement d'infrastructures touristiques en tant que modalités d'adaptation aux conséquences du changement climatique pouvait réduire la satisfaction des visiteurs. En effet, ces infrastructures viennent diminuer l'intégrité écologique et paysagère des sites et ne sont pas en cohérence avec la motivation principale des visiteurs des sites glaciaires : l'environnement naturel (Groulx *et al.*, 2016 ; Stewart *et al.*, 2016 ; Salim & Ravanel, 2020). De plus, Welling *et al.* (2020) ont montré que la volonté des visiteurs des sites glaciaires islandais à revenir voir un glacier diminuait en fonction des aménagements et des temps d'accès aux glaciers. Par exemple, 62,1 % des répondants à l'enquête indiquent vouloir revenir même s'il est obligatoire de marcher durant 45 minutes, 50,5 % dans le cas de 1h30 de marche, et seulement 22,6 % si l'accès n'est possible qu'avec des véhicules

commerciaux motorisés (Welling *et al.*, 2020). Dans le cas de la Nouvelle-Zélande, le développement des activités assistées par hélicoptère (*heli-hike* et *scenic flight*) a augmenté les nuisances sonores pour les visiteurs des Parcs Nationaux du *Aoraki*-Mont-Cook et du Westland-*Tai-Poutini* (Stewart *et al.*, 2016). Enfin, dans l'enquête sur les comportements relevés à la Mer de Glace et présentés dans le chapitre précédent, 80 % des 284 répondants considèrent que construire une nouvelle télécabine pour garantir l'accès au glacier n'est pas une bonne idée.

Les stratégies d'adaptation développées pour contrer les conséquences du changement climatique peuvent donc mener les sites à réduire leur attractivité, la satisfaction des visiteurs, voire à accroitre leur propre vulnérabilité comme dans le cas de la Nouvelle-Zélande et de l'*heli-hike* (Espiner *et al.*, 2017). Pour éviter qu'une adaptation devienne une maladaptation, il semble important que les opérateurs touristiques prennent en compte les évolutions liées à la fois à l'offre et à la demande touristique. La Figure 55 propose à ce titre une ébauche de cadre conceptuel, basé sur les travaux menés dans le cadre de ce travail doctoral et visant à montrer les interactions entre demande et offre touristique.

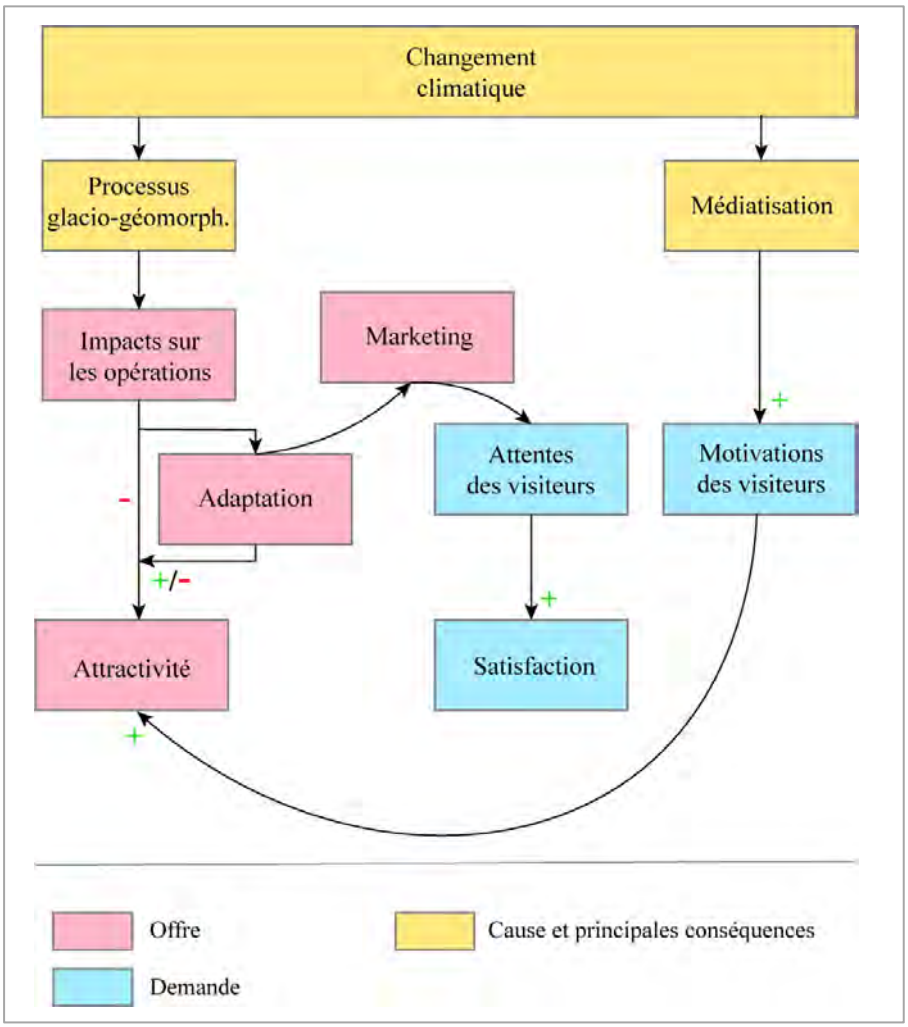



*Figure 55. Cadre conceptuel des interactions entre offre et demande touristique dans le cas du tourisme glaciaire alpin.*

Le changement climatique et ses conséquences sur l'environnement de haute montagne entraînent à la fois l'intensification des processus glaciologiques et géomorphologiques ainsi que leur médiatisation. Comme vu dans la Partie 2 de ce manuscrit, les processus glaciologiques et géomorphologiques entraînent des conséquences négatives pour les opérateurs touristiques qui peuvent *in fine* réduire l'attractivité des sites. Les stratégies d'adaptation que les opérateurs développent - principalement les adaptations réactives - permettent de réduire les conséquences de ces impacts et de limiter la baisse d'attractivité. Du point de vue de l'offre touristique, tout se passe comme si les opérateurs touristiques implémentaient des stratégies d'adaptation dans le but de maintenir un certain équilibre dans l'attractivité du site. Parallèlement, les travaux présentés en Partie 3 de ce manuscrit montrent que la médiatisation des conséquences du changement climatique et l'utilisation médiatique des glaciers pour l'illustrer (Mer de Glace en France, glacier du Rhône en Suisse, et glacier du Pasterze en Autriche) entraînent l'apparition du LCT et donc une augmentation de l'attractivité des sites qui est en dehors du champ d'action des opérateurs touristiques. Dans le même temps, les adaptations des gestionnaires des sites portant sur les aspects marketing viennent modifier les attentes des visiteurs et tentent ainsi de maximiser leur satisfaction.

*Perspectives : comprendre les enjeux d'une réduction de l'attractivité des sites*

En cas de baisse forte de l'attractivité des sites glaciaires dans le futur, une des questions fondamentales pour les opérateurs touristiques concernerait l'impact de cette baisse d'attractivité du site sur l'attractivité de la destination touristique d'une manière plus large. Par exemple, les travaux de Yuan *et al.* (2006) en Chine et de Stewart *et al.* (2016) en Nouvelle-Zélande ont montré que la baisse d'attractivité des sites glaciaires pouvait avoir des répercussions économiques négatives sur la destination au sens large (la ville de Yulong pour la Chine et le *glacier Country* pour la Nouvelle-Zélande). La disparition programmée des glaciers risque-t-elle d'amener des conséquences économiques négatives pour les destinations touristiques concernées ? Répondre à cette question nécessite de comprendre l'importance des glaciers et des sites touristiques glaciaires dans les choix touristiques des visiteurs de ces destinations. La théorie des systèmes d'attractions touristiques développée par Leiper (1990) présente un cadre conceptuel qui permettrait d'apporter un éclairage à cette question.

Ce cadre conceptuel est basé sur les interactions entre trois éléments : une personne qui possède des désirs touristiques, un *nucleus* qui représente tout élément ou caractéristique d'un lieu visitable, et un marqueur qui représente l'information disponible à propos du *nucleus*. Le *nucleus* peut être de trois types : primaire, secondaire ou tertiaire. Les *nuclei* primaires sont connus avant la visite et participent à la prise de décision concernant le choix de la destination ou

de l'itinéraire à emprunter pour s'y rendre. Les *nuclei* secondaires sont connus avant la visite, mais ne sont pas déterminants dans la prise de décision. Enfin, les *nuclei* tertiaires ne sont pas connus avant la visite et sont découverts une fois la destination touristique atteinte (Leiper, 1990). Un *nucleus* peut avoir une couverture spatiale différente allant d'une région touristique (de ce point de vue conceptuel, l'Aiguille du Midi pourrait par exemple être un *nucleus* de la destination Savoie-Mont-Blanc) à une rue particulière d'une ville ou un site (par exemple, le *Glaciorium* pourrait constituer un *nucleus* du site du Montenvers). Les marqueurs peuvent être des marqueurs « détachés », c'est-à-dire des informations à propos d'un *nucleus* qui soient accessibles en des lieux éloignés du *nucleus*. On parle alors de marqueurs « générateurs » quand l'information est présente dès l'environnement du quotidien et de marqueurs « transitoires » quand l'information est présente sur le trajet entre lieu du quotidien et destination touristique. À l'inverse, les marqueurs continus sont proches du *nucleus* concerné. La conceptualisation de trois espaces est donc nécessaire pour comprendre les interactions entre marqueurs, motivation des visiteurs et *nuclei* : l'espace du quotidien, celui lié à la destination touristique, et l'espace de transition, *i.e.,* de transit entre l'espace quotidien et la destination touristique (Figure 56).

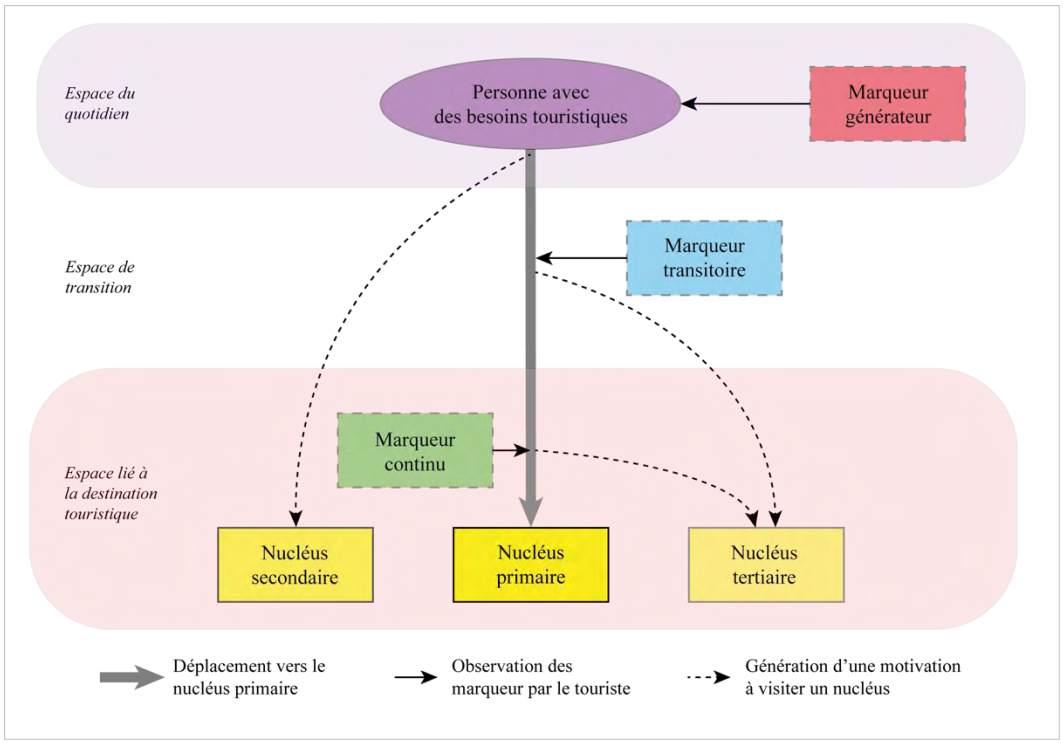



*Figure 56. Schéma conceptuel des interactions entre marqueurs, nucleus et motivations touristiques ; d'après les travaux de Leiper (1990).*

Au-delà des considérations conceptuelles, l'intérêt du système d'attraction touristique de Leiper (1990) est d'interpréter le tourisme en tant que système et de hiérarchiser les attracteurs d'une destination touristique en fonction de l'intensité des motivations qu'ils génèrent chez leurs visiteurs et de la spatialisation des informations à leurs sujets (Hall & Page, 2010). Dans le cas

du tourisme glaciaire alpin, l'analyse de la place des sites glaciaires en tant que *nuclei* d'une destination pourrait permettre de mieux appréhender les potentiels impacts du retrait glaciaire futur sur cette destination.

## *11.2 – L'adaptation des opérateurs touristiques aux projections de retrait glaciaire*

Au-delà des questions liées aux destinations touristiques, des interrogations peuvent émerger concernant la soutenabilité des sites touristiques glaciaires alpins dont, comme vu dans la Partie 2, les adaptations au changement climatique sont principalement réactives. De nombreux travaux de modélisation permettent de connaître les futures évolutions des glaciers (*e.g.,* Huss, 2012; Bosson *et al.*, 2019). À ce titre, les glaciers d'Aletsch (Jouvet & Huss, 2019) et la Mer de Glace (Peyaud *et al.*, 2020) ont fait l'objet de modélisations précises qui permettent d'estimer et de visualiser le retrait du glacier dans les prochaines décennies ainsi que d'en imaginer les mesures nécessaires en termes d'adaptation.

### *Le glacier d'Aletsch en 2050*

La Figure 57 représente l'extension du glacier d'Aletsch en 2050 selon les travaux de Jouvet & Huss (2019). Elle permet d'envisager les futures adaptations qui seront nécessaires pour que les opérateurs touristiques puissent poursuivre les activités liées au glacier.

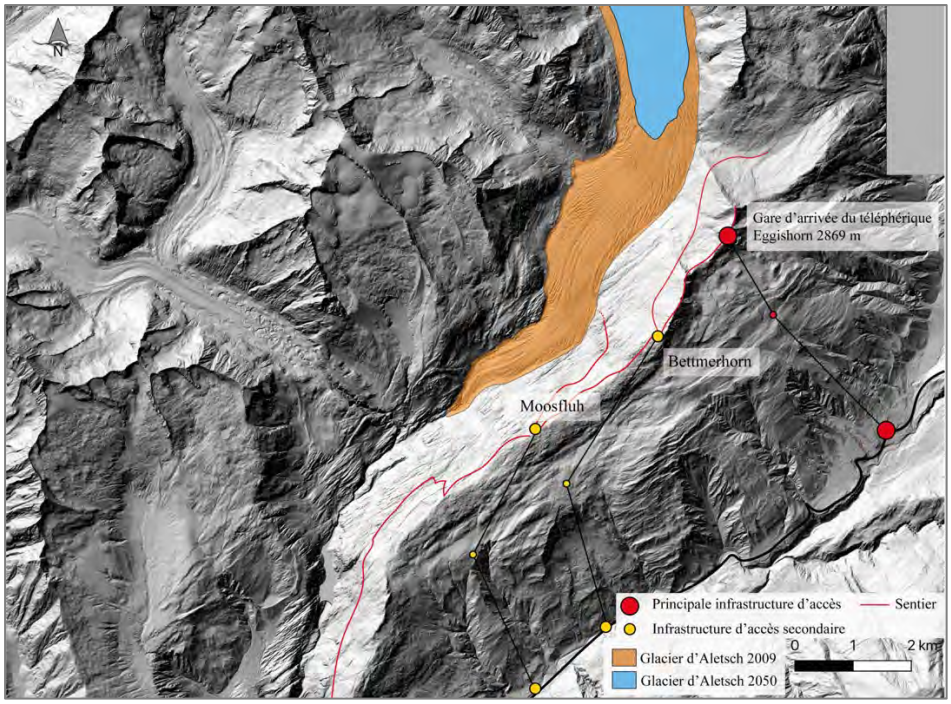



*Figure 57. Extension du glacier d'Aletsch en 2050 selon les modélisations réalisées par Jouvet & Huss (2019). L'extension du glacier en 2009 est issue de l'inventaire RGI 2.6. MNT : SwissTopo*

Le retrait du glacier d'Aletsch pourrait tout d'abord avoir des conséquences sur le glissement de terrain de Moosfluh, résultant d'un processus de décompression post-glaciaire (*cf. :* Partie 2 Chapitre 3). Comme le montrent Storni *et al.* (2020), la vitesse du glissement est contrôlée par l'épaisseur du glacier. Plus celle-ci baisse, plus le glissement s'accélère. Outre les problématiques liées à la déstabilisation des itinéraires d'accès au glacier, l'augmentation de la vitesse du glissement qui serait causée par la disparition du glacier à ce niveau pourrait avoir des conséquences sur la stabilité des remontées mécaniques comme celle de Moosfluh. Si des publications récentes montrent l'influence du glissement sur l'instabilité de cette remontée mécanique (*e.g.,* Glueer *et al.*, 2019; Truttmann *et al.*, 2020), il n'existe aucune publication scientifique qui modélise l'évolution future du glissement et qui questionne la soutenabilité des stratégies d'adaptation (moyens techniques ; *cf. :* Partie 2) mises en place par les opérateurs d'infrastructures pour y faire face.

Le retrait du glacier et sa position en 2050 pourraient également avoir un effet sur les activités réalisées sur le glacier. L'accès au refuge Konkordia (2850 m), situé en rive gauche du glacier, pourrait se compliquer sur sa partie inférieure, du fait notamment d'un temps de parcours plus important sur des terrains instables. Au-delà de cet itinéraire principalement emprunté par les alpinistes, ce sont les randonnées glaciaires actuellement réalisées sur la langue du glacier qui deviendraient impossibles du fait de la disparition de la glace à cet endroit. Outre ces questions d'accessibilité et de praticabilité, la position du front glaciaire en 2050 rendra inopérantes les stratégies de communications marketing actuelles à l'échelle de la destination *Aletsch Arena* (Figure 58). Cette évolution dans l'image de la destination questionne d'une manière plus large l'attractivité des sites touristiques glaciaires dans des massifs désenglacés, question sur laquelle nous reviendrons dans la section suivante.

*Figure 58. Exemple d'affiche de promotion de la destination* Aletsch Arena*. Ph. : Rodo A.F., mai 2021.*

Au-delà du glacier lui-même, le réchauffement du permafrost devrait s'accélérer au cours du XXIe siècle dans les Alpes (Magnin *et al.*, 2017, 2020). Bien qu'aucune modélisation régionale de l'évolution du permafrost n'ait été réalisée pour les Alpes bernoises et valaisannes, il semble probable que la tendance au réchauffement se poursuive. Une telle dynamique pourrait entraîner l'augmentation de la fréquence des déstabilisations d'infrastructures, à l'image de la gare d'arrivée du téléphérique de l'Eggishorn. Comme dans les cas des Alpes françaises (Duvillard *et al.*, 2021), les stratégies d'adaptation réactives actuellement implémentées pourraient se trouver être insuffisantes face aux évolutions rapides futures. Un travail de modélisation de l'évolution du permafrost à l'échelle des Alpes ainsi qu'une analyse approfondie des adaptations envisagées par les opérateurs pourraient permettre de mieux appréhender ces changements et d'anticiper les adaptations à mettre en œuvre.

### *La Mer de Glace en 2050*

La Figure 59 représente l'extension de la Mer de Glace en 2050 selon deux projections différentes. La projection la plus « optimiste » est basée sur les travaux de Vincent *et al.* (2019) qui représentent le retrait de la Mer de Glace selon le RCP 4.5. À l'inverse, le scénario « pessimiste », mais certainement plus pertinent est basé sur les travaux de Peyaud *et al.* (2020). Il s'agit d'une modélisation du retrait glaciaire en fonction d'un scénario climatique issu d'une moyenne des 26 scénarii EURO-CORDEX (*cf.:* Jacob *et al.*, 2014). À noter que le glacier tributaire de Leschaux n'a pas été modélisé dans ces projections, ce qui explique qu'il ne soit pas représenté ici.

Selon les projections, certaines activités réalisées en 2021 sur et autour de la Mer de Glace ne pourront plus l'être en 2050. Tout d'abord, l'accès au glacier par la télécabine et les escaliers actuels ne sera plus possible du fait de la disparition totale du glacier à cet endroit. Cela implique différents changements : 1) la grotte de glace, creusée annuellement ne pourra plus l'être là où elle est aujourd'hui ; 2) les guides de haute montagne réalisant des écoles de glace sur le glacier auront beaucoup plus de difficultés à le faire du fait d'un temps d'accès beaucoup plus long ; 3) le retour des skieurs de la Vallée Blanche sera plus difficile pour les mêmes raisons. Les opérateurs touristiques et notamment les concessionnaires du Montenvers ont d'ores et déjà pris la mesure de ce retrait et ont inclus dans leur projet de transformation du site (*cf. :* Partie 2), l'installation d'une nouvelle télécabine. Ce projet devrait voir une nouvelle télécabine entrer en fonction en 2023. Cependant, les deux modélisations présentées montrent que cette installation ne permettra pas de poursuivre les activités précitées en 2050, car selon ces mêmes modélisations (Peyaud *et al.*, 2020; Vincent *et al.*, 2019), le retrait de la Mer de Glace et son niveau en 2040 devraient déjà limiter grandement l'accès au glacier, y compris avec cette nouvelle télécabine. Au-delà du site du Montenvers lui-même, le retrait du glacier devrait également avoir des

conséquences sur les itinéraires d'accès aux différents refuges du bassin de la Mer de Glace. Les processus déjà observés et décrits par Mourey & Ravanel (2017) comme l'érosion des moraines ou la mise à nu de roches moutonnées devraient s'intensifier, compliquant d'autant et rendant plus dangereux les accès. Ces temps d'accès pourraient également être allongés du fait d'un dénivelé plus important entre le glacier (ou le substratum rocheux désenglacé) et le refuge ; et d'un terrain instable où la progression serait plus difficile et plus longue.

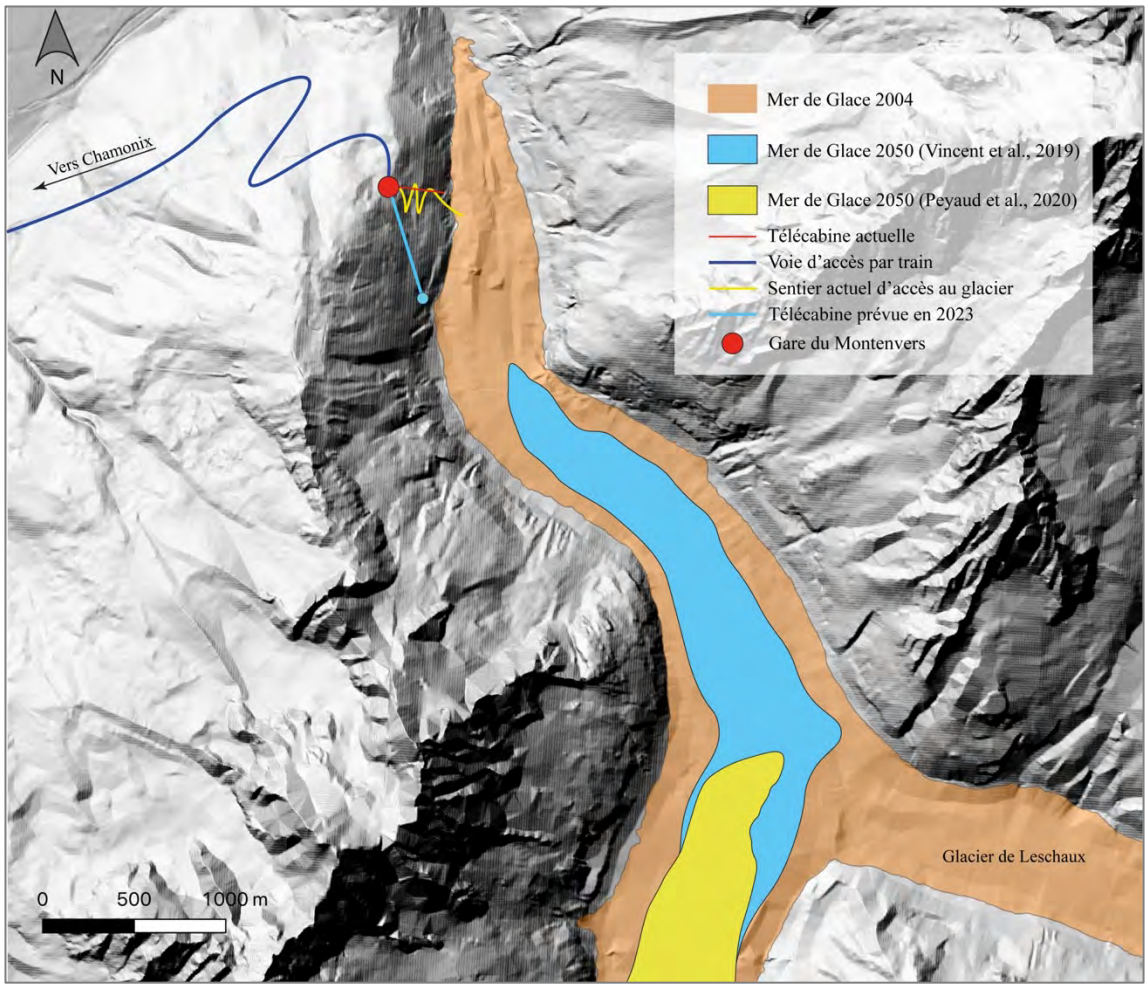



*Figure 59. Projection de l'extension de la Mer de Glace en 2050 selon Vincent et al. (2019), en bleu et Peyaud et al. (2020), en jaune L'extension du glacier de Leschaux n'a pas été modélisée. L'extension du glacier en 2004 est issue de l'inventaire RGI 2.6. Le MNT provient du service IGN*

D'une manière plus générale, au Montenvers, c'est le glacier lui-même qui ne devrait rapidement plus être visible depuis la gare d'arrivée du train. Cela questionne l'évolution de l'attractivité du site une fois que le glacier (élément emblématique majeur du Montenvers aujourd'hui) ne sera plus visible. Au vu du retrait rapide des glaciers alpins (Sommer *et al.*, 2020) et des modélisations qui prédisent un retrait glaciaire continu voire s'accélérant (Zekollari *et al.*, 2019 ; Compagno *et al.*, 2021 ; Hugonnet *et al.*, 2021), il est probable que les évolutions des sites du Montenvers et du glacier d'Aletsch en 2050 soient représentatives d'autres sites.

Voir les glaciers est aujourd'hui une pratique touristique qui peut être reliée au LCT puisque de nombreux visiteurs viennent dans le but de voir le glacier avant sa disparition (Stewart *et al.*, 2016 ; Lemieux *et al.*, 2018 ; Salim & Ravanel, 2020). Qu'en sera-t-il lorsque la « dernière chance de voir le glacier » sera passée ? Il semble probable que les sites de hautes altitudes (*e.g.,* Aiguille du Midi, 3842 m ; Matterhorn Glacier Paradise, 3883 m ; Jungfraujoch, 3454 m) pourront maintenir cette dimension touristique plus longuement, mais qu'en sera-t-il pour les sites d'altitudes plus modestes ?

### *11.3 – Vers un tourisme post-glaciaire ?*

Varnajot & Saarinen (2021) ont tenté d'appréhender ce que sera le tourisme arctique une fois que les éléments constitutifs de cet espace dans l'imaginaire touristique (glaciers, neige, faune emblématique) auront disparu et que les activités touristiques principales aujourd'hui (motoneige, chiens de traineau, observation des aurores boréales, pêche sous glace et raquette à neige) ne seront plus réalisables. Les auteurs considèrent que ces évolutions de l'espace arctique sont du ressort de la discussion autour du concept d'Anthropocène, défini comme une nouvelle époque géologique durant laquelle les activités humaines sont devenues les principales forces d'influence du climat et de l'environnement à l'échelle globale (Latour, 2015). Selon Varnajot & Saarinen (2021) le tourisme post-arctique reviendrait à une sorte de narration post-apocalyptique où le LCT serait remplacé par une forme de tourisme dérivée du *dark tourism*, une forme de tourisme définie comme « *the presentation and consumption (by visitors) of real and commodified death and disaster sites* »[22] (Foley & Lennon, 1996, p. 198). Elle a été conceptualisée autour de lieux d'assassinat comme celui de John Kennedy, de désastre comme Tchernobyl, ou encore de génocide comme Auschwitz-Birkenau (Iliev, 2020).

Les réflexions autour du tourisme post-arctique, peuvent être transférées (même si elles peuvent diverger en certains points) à l'idée d'un tourisme post-glaciaire qui prendrait place une fois que les glaciers auront disparu des sites touristiques où ils sont encore présents et visibles. Comme dans le cas de Varnajot & Saarinen (2021), l'objectif n'est pas ici de décrire précisément ce que serait le tourisme post-glaciaire, mais plutôt de conceptualiser les formes de tourisme qui pourraient en émerger. À ce titre, l'objectif principal de cette section est de comprendre en quoi le LCT pourrait, une fois les glaciers disparus, mener à une forme de *dark tourism*. L'objectif est donc également d'analyser de manière critique la pertinence du concept de *dark tourism* dans le cas du tourisme post-glaciaire.

[22] Traduction : « la présentation et la consommation (par les visiteurs) de sites de décès et de catastrophes réels et réifiés »

*Le tourisme de la dernière chance, motivations et dimensions*

Le LCT a déjà été largement discuté précédemment en tant que concept structurant pour la demande en termes de tourisme glaciaire. Cependant, il convient ici de revenir sur les principaux aspects qui conceptualisent cette forme de tourisme. Tout d'abord, il s'agit, pour les touristes, de voir un élément naturel ou non, connu comme étant menacé, avant sa disparition (Lemelin *et al.*, 2010). Le temps est alors une donnée importante puisque le LCT s'inscrit dans une temporalité dynamique partant d'un état « stable » (au moins, idéalisé comme tel) et menant à une situation future de disparition programmée (Fisher & Stewart, 2017).

Les visiteurs des sites relevant de ce type de tourisme voient rarement leurs motivations, en termes de dernière chance, provoquées par les opérateurs touristiques eux-mêmes, mais la développent plutôt en réponse à la médiatisation des objets concernés (Lemelin & Whipp, 2019 ; Denley *et al.*, 2020 ; Salim & Ravanel, 2020). Les « touristes de la dernière chance » (*i.e.* qui visitent des destinations LCT) ont généralement une conscience environnementale élevée (Dawson *et al.*, 2011; Denley *et al.*, 2020), ce qui implique qu'ils connaissent les problématiques environnementales du lieu avant de s'y rendre. Les motivations de ces visiteurs ont été étudiées, mais d'une manière trop générale pour en comprendre les réelles dimensions sous-jacentes (*e.g.,* Groulx *et al.*, 2016 ; Lemieux *et al.*, 2018). Au-delà des travaux de Denley *et al.* (2020) qui ont exploré les antécédents psychologiques (valeurs et normes personnelles) qui participent à la décision de visiter un site LCT, Salim et Ravanel (2020) (*cf. :* Partie 3) ont montré que le LCT autour de la Mer de Glace est composé de quatre dimensions : 1) l'urgence de voir le glacier avant qu'il ne disparaisse ; il s'agit de la dimension de base des recherches sur le LCT ; 2) la volonté de constater le retrait glaciaire, qui pourrait s'apparenter à un besoin de s'approprier l'histoire et le destin de la destination (*cf. :* Kucukergin & Gürlek, 2020) ; 3) la volonté de comprendre les implications du changement climatique et d'en voir une conséquence tangible ; 4) et le souhait de témoigner de cet objet (le glacier), considéré comme un élément patrimonial qu'il faut transmettre aux générations futures. En incluant d'autres travaux (Fisher & Stewart, 2017 ; Lemelin & Whipp, 2019 ; Kucukergin & Gürlek, 2020), on peut donc considérer que le LCT comporte une dimension temporelle forte liée à la notion de disparition programmée, mais aussi l'idée d'une connexion avec l'histoire et la destinée du lieu, l'idée d'un patrimoine à partager, celle d'un lieu à voir absolument, dont la notoriété est forte, et également l'idée de compréhension et de concrétisation des conséquences de l'Anthropocène.

Dark tourism*, motivations et dimensions*

Contrairement au LCT qui est un concept récent (2010), le *dark tourism* a été pensé relativement

tôt (début des années 1990) par des chercheurs qui voulaient comprendre le lien entre tourisme et lieux de morts ( Prentice, 1993 ; Dann, 1995). Le terme de *dark tourism* apparait quelques années plus tard dans un travail concernant le tourisme sur le site de l'assassinat de John Kennedy (Foley & Lennon, 1996). Le concept a été largement travaillé et critiqué par le milieu académique pour s'appliquer à des cas variés et plus ou moins proches dans le temps comme la visite du Colisée à Rome, des lieux d'exécution à Londres, des champs de batailles de la guerre de sécession américaine ou encore de Waterloo (Lennon, 2017). Si les premières conceptualisations concernant le *dark tourism* ont placé cette forme de tourisme dans la lignée du tourisme patrimonial (*heritage tourism*), elles l'ont ensuite pensé comme une forme de tourisme distincte (Light, 2017). Au concept de *dark tourism* s'est joint celui de *thanatourism* défini par Seaton (1996) comme une forme de tourisme guidé par la fascination pour la mort. Les auteurs qui entrent dans ce champ de recherche évoquent une histoire plus ancienne pour le *thanatourism* que pour le *dark tourism* et qui puise ses racines dans une fascination pour la mort qui n'est pas l'apanage de la modernité (Light, 2017). Dans la majorité des cas (excepté en ce qui concerne les exécutions), le *dark tourism* et le *thanatourism* sont des pratiques touristiques qui visent à voir un lieu figé dans le temps, où les événements qui en ont fait la « notoriété » sont terminés.

De nombreuses questions sont posées concernant les raisons qui attirent ou poussent les visiteurs jusqu'à des sites relevant du *dark tourism*. Au-delà des aspects liés à la mort, certains auteurs ont montré qu'il existait un désir de comprendre des événements tragiques passés dans le but de « le voir pour le croire » (Poria *et al.*, 2004 ; White & Frew, 2016), ou encore de visiter ces sites avec une sorte d'obligation morale ou de devoir [de mémoire] (Dalton, 2014). Dans ces conditions, le *dark tourism* semble bien relié à une forme de tourisme patrimonial, mais dont le patrimoine en question serait non désiré ou encore serait un « patrimoine qui blesse » (Roberts & Stone, 2014). Dans sa revue de littérature, Iliev (2020) identifie plusieurs motivations qui guident les touristes vers des sites relevant du *dark tourism* : i) la volonté d'apprendre et de comprendre ce qui s'est passé sur un lieu donné ; ii) la volonté d'être conscient des événements du passé ; iii) la curiosité due à la notoriété du site ; vi) le devoir de mémoire et de respect ; v) la volonté de vivre une expérience émotionnelle forte ; et vi) la volonté d'expérimenter une simulation de monde dystopique. Iliev (2020) rappelle cependant que les visiteurs de ces sites possèdent ces motivations parmi d'autres et que les « *dark tourists »* peuvent très bien n'être que d'un jour.

### *Tourisme post-glaciaire : vers une dynamique de* dark tourism *?*

Certains des éléments présentés dans les deux sections précédentes peuvent laisser penser que le tourisme de la dernière chance pourra laisser place à une forme de *dark tourism*, une fois l'objet d'attraction disparu. Tout d'abord, la temporalité correspond : le LCT est considéré dans une

temporalité dynamique où « l'effondrement » est en cours alors que le *dark tourism* à une temporalité fixe où « l'effondrement » (ou plutôt la tragédie ou le désastre) a déjà eu lieu. De ce point de vue, le tourisme post-glaciaire entrerait dans le champ du *dark tourism* (en considérant que la disparition des glaciers constitue une tragédie). De plus, dans les deux cas, les sites concernés sont des sites dotés d'une certaine notoriété, considérés par leurs visiteurs comme des sites « à voir ». La notion de patrimoine est également présente dans les deux cas avec, pour le LCT, l'idée de transmission aux générations futures et, dans le cas du *dark tourism*, l'idée d'une mémoire dont la conservation représente un devoir. Même si elle n'est pas formulée comme telle dans les études concernant le LCT, il est probable que l'idée de patrimoine comporte également cette notion de mémoire. Les deux formes de tourisme comportent également une notion d'apprentissage et une volonté de compréhension, soit d'événements tragiques liés aux lieux dans le cas du *dark tourism*, soit de conséquences de l'Anthropocène dans le cas du LCT. Enfin, la notion de mort, même si elle relève d'une certaine vision philosophique, pourrait être appliquée au LCT : mort des barrières de corail, mort des glaciers, disparition d'espèces animales. De ce point de vue, la visite de sites LCT après disparition (mort) de leur attracteur pourrait relever de dynamiques liées au *dark tourism*, voire du *thanatourism*.

Cependant, différents éléments tendent à limiter la pertinence de l'usage du concept de *dark tourism* pour imaginer un tourisme post-glaciaire. Tout d'abord, il existe une différence importante dans le type d'événements qui contribuent à ces deux formes touristiques. Dans le cas du LCT, il s'agit principalement de disparition d'éléments environnementaux (*e.g.,* Eijgelaar *et al.*, 2010 ; Dawson *et al.*, 2011 ; Lemieux *et al.*, 2018), même si de rares exceptions existent (Kiliç & Yozukmaz, 2020). À l'inverse, le *dark tourism* s'intéresse plutôt à des événements qui ont directement touché l'histoire humaine (*e.g.,* Dalton, 2014 ; White & Frew, 2016 ; Light, 2017) . De plus, les sites touristiques liés au LCT sont des sites considérés comme des patrimoines naturels. En témoignent les inscriptions sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO en tant que biens naturels de sites comme la Grande Barrière de Corail en Australie (Coghlan, 2013) ou le glacier d'Aletsch en Suisse (*cf.* : Partie 1). Au contraire, les sites touristiques relevant du *dark tourism* sont généralement d'ordre culturel comme le suggèrent les inscriptions sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO de sites comme Auschwitz-Birkenau (Oren *et al.*, 2021) ou du Colisée romain (Hartmann *et al.*, 2018) en tant que biens culturels.

Ainsi, les sites que l'on pourrait qualifier de post-glaciaires (voire de post-LCT), ne semblent pas entrer de manière claire dans les définitions proposées par les auteurs du champ du *dark tourism*. Au-delà de la notion de mort, de nombreuses définitions du *dark tourism* ou du *thanatourism* associent pour Light (2017) les idées de violence, de crime contre l'humanité, d'horreur ou encore de dépravation. Si le même auteur montre que la notion de commémoration

est aussi présente, il semble que le concept de *dark tourism* ne soit pas le plus pertinent pour décrire le tourisme post-LCT.

*Du tourisme de la dernière chance au tourisme post-Anthropocène*

Le caractère « en danger » des destinations et des sites touristiques liés au LCT est principalement lié à l'Anthropocène (essentiellement parce que ce danger est une conséquence du changement climatique ou d'une pression trop forte des sociétés humaines sur la biodiversité). De ce fait, il est possible d'imaginer et d'explorer la recomposition du tourisme glaciaire en futur tourisme post-glaciaire et, plus globalement, le tourisme post-LCT, comme un tourisme post-Anthropocène.

Le concept de « post-Anthropocène » est relativement récent. Il n'est pas compris au sens d'une nouvelle époque géologique comme pour le cas de l'Anthropocène, mais comme une mutation de l'époque actuelle (Jeong *et al.*, 2021) et donc comme une « extinction » du monde tel que nous le connaissons (Colebrook, 2018). Si le concept de post-Anthropocène peut référer à la fois à la fin de l'humanité ou à sa transformation (Watson & Watson, 2020), nous nous plaçons ici dans le deuxième cas et envisageons le post-Anthropocène comme un monde différent de l'actuel, mais où les sociétés humaines sont toujours présentes. Ce concept a par exemple été utilisé pour imaginer le repositionnement de l'enfance dans une pédagogie post-Anthropocène (Lakind & Adsit-Morris, 2018), pour décrire la dystopie de l'environnement sonore anthropocène et imaginer l'utopie sonore du post-Anthropocène (Jaggi, 2021), pour imaginer un système alimentaire post-Anthropocène durable (Mazac & Tuomisto, 2020), ou encore pour discuter de l'évolution de la biodiversité après l'Anthropocène (Watson & Watson, 2020). L'Anthropocène est un concept qui, en plus de faire référence à l'impact des humains en tant que force géologique majeure, existe par une attention forte des médias sur ces questions (Hétier & Wallenhorst, 2021). Ici, nous entendons le terme de « post-Anthropocène » comme décrivant un moment où l'humanité n'a pas nécessairement cessé d'être la force géologique majeure, mais où les conséquences des impacts de ses actions sur l'environnement se sont stabilisées ou sont arrivées à leurs termes dans certains lieux. Ainsi, le tourisme post-Anthropocène donnerait à voir des espaces où les conséquences de l'Anthropocène sur l'environnement seraient arrivées à leurs termes (ou du moins seraient considérées comme telles par les visiteurs). En ce sens, le tourisme post-Anthropocène pourrait être caractéristique de certains espaces qui représenteraient pour les visiteurs, les conséquences de l'influence négative de l'Humain sur l'environnement.

De ce point de vue, le tourisme post-glaciaire prendrait place sur des sites précisément localisés où le glacier en tant qu'ancien attracteur principal aurait disparu. Ce type de tourisme, relevant du tourisme post-Anthropocène serait alors une alternative conceptuelle au *dark tourism*

comme évolution et « point d'arrivé » du LCT. Le tourisme post-Anthropocène serait caractérisé par une temporalité figée où l'événement en question (le retrait glaciaire dans le cas du tourisme post-glaciaire) est terminé. Il surviendrait donc après la disparition de l'objet en question et serait principalement relatif à la disparition d'éléments naturels. Au-delà du seul patrimoine culturel, le tourisme post-Anthropocène inclurait les notions de patrimoine culturel et naturel. Il comporterait différentes dimensions motivationnelles (pour les visiteurs) communes au LCT et au *dark tourism* (Figure 60). La première d'entre elles concernerait la compréhension de l'Anthropocène et le désir de visiter ce lieu pour mieux comprendre l'influence de l'Humain sur l'environnement. La seconde serait issue de l'idée de patrimoine et de la visite du site comme d'une action de mémoire autour de ce patrimoine. Comme pour le LCT, la notion de relation à la destinée du lieu serait présente dans le tourisme post-Anthropocène, ce qui entrerait en résonnance avec la volonté de comprendre l'histoire du lieu ainsi que sa trajectoire. Une autre dimension proche serait liée au désir de construire une conscience commune des événements passés. Enfin, au-delà des considérations précédentes, les sites relevant du tourisme post-Anthropocène seraient des « sites à voir ». En somme, le tourisme post-Anthropocène pourrait être défini comme une forme de tourisme dont l'objectif serait de voir ou d'expérimenter des lieux emblématiques des conséquences de l'Anthropocène sur l'environnement et où ces conséquences seraient arrivées à leurs termes, résultant en la disparition complète des éléments concernés.

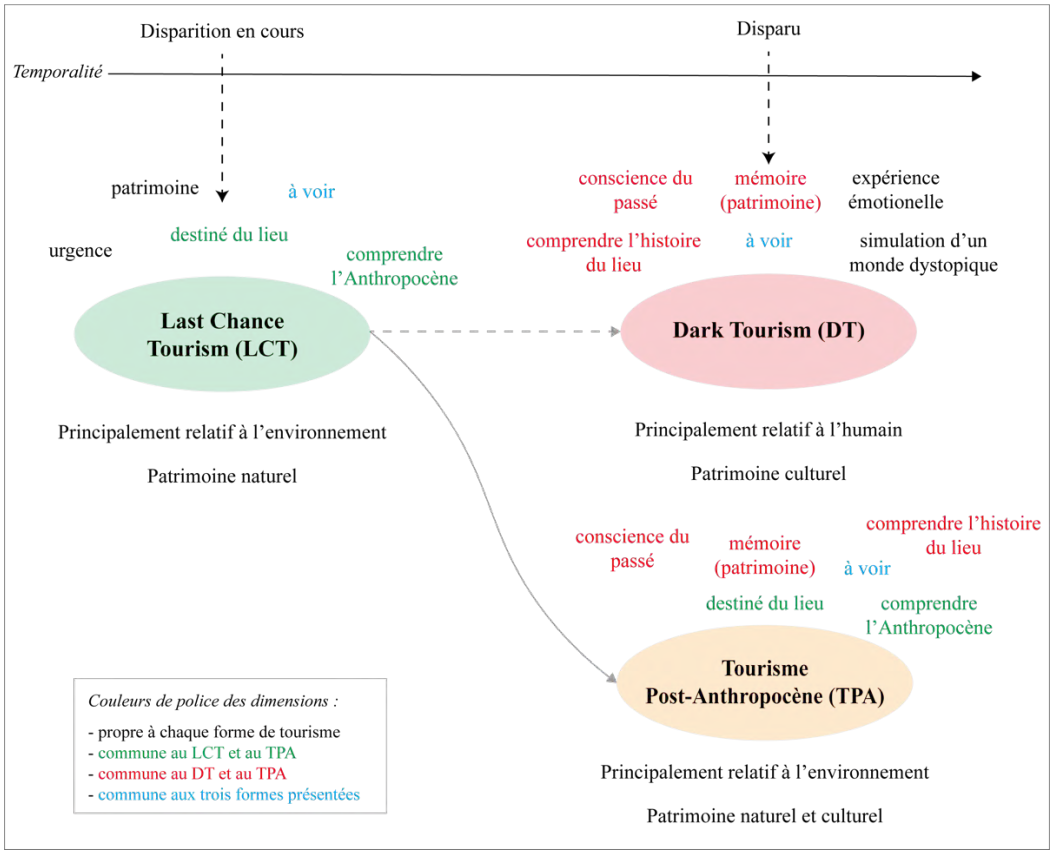



*Figure 60. Schéma conceptuel du passage du tourisme de la dernière chance (LCT) au tourisme post-Anthropocène.*

L'existence d'un tourisme post-Anthropocène pourrait d'ores et déjà être empiriquement testée. L'ancien glacier Okjökull (Islande), déclassé du statut de glacier en 2019 et ayant fait l'objet de l'installation d'un mémorial (Hall & Saarinen, 2020) pourrait être un exemple pertinent. Une analyse du traitement médiatique de l'événement (*cf.:* Bruns, 2021) montre que la volonté de « dire au revoir », que l'idée de conscience du passé ou encore d'honorer le glacier y étaient présentes. Au-delà de ce cas, d'autres événements de « commémoration » des glaciers ont déjà eu lieu comme au pied du glacier du Trient où plus de 200 personnes se sont rassemblées le 06/09/2020 pour « commémorer les 500 glaciers qui ont déjà disparu en Suisse »[23]. L'investigation à des fins de recherche de ces nouveaux sites « mémoriels » pourrait permettre de comprendre leur potentiel touristique ainsi que de tester la présence des dimensions potentielles du tourisme post-Anthropocène.

Le tourisme post-Anthropocène est une proposition conceptuelle utilisant une perspective post-apocalyptique (Stifflemire, 2018). Il offre une possibilité d'imaginer ce que pourrait devenir le tourisme glaciaire une fois les glaciers disparus. Il est à ce titre tout à fait possible d'imaginer le site du Montenvers / Mer de Glace devenir emblématique du tourisme post-Anthropocène. À l'inverse, il est possible que les sites de hautes altitudes comme l'Aiguille du Midi en France ou la Jungfraujoch en Suisse, d'ores et déjà engagés dans une forme d'hyper-tourisme (Salim *et al.*, 2021a), continuent leurs stratégies de montée en gamme, réservant l'accès aux derniers glaciers à une population touristique aisée et internationale, poussant les dynamiques du LCT à leurs paroxysmes. Dans ce scénario, les derniers sites touristiques glaciaires des Alpes en 2100, situés à plus de 3500 m d'altitude (Sommer *et al.*, 2020) seraient l'objet d'une hybridation entre hyper-tourisme et LCT, c'est-à-dire d'un tourisme mêlant volonté de voir les derniers glaciers, de constater le retrait du glacier et l'impact de l'humain sur le climat (Salim & Ravanel, 2020), au désir d'un tourisme des superlatifs (plus haut, plus loin, plus fort) (Bourdeau, 2018). Ce travail ne donnera pas de réponse concernant le devenir du tourisme, mais en aura au moins esquissé de possibles contours.

[23] https://actiondecareme.ch/la-commemoration-du-glacier-du-trient-rassemble-plus-de-200-personnes/ - consulté le 01/10/2021

### *Conclusion du Chapitre 11*

Le changement climatique a de très nombreux impacts sur les environnements de montagne qui entraînent des conséquences importantes pour les sites touristiques glaciaires. Dans les Alpes, les sites étudiés dans ce travail doctoral subissent de nombreux impacts qui sont de plus en plus contrebalancés par des stratégies d'adaptation. Bien que celles-ci soient principalement réactives, il semble qu'elles permettent de maintenir le déroulement des activités touristiques sans que ni la satisfaction ni les motivations des visiteurs n'en soient trop durement impactées. De plus, les stratégies d'adaptation de plus longs termes, qui ambitionnent notamment une réorientation du marketing et de l'offre sur le site semblent en accord avec les attentes des visiteurs.

Cependant, les modélisations du retrait glaciaire pour le futur montrent que les sites glaciaires étudiés et plus généralement ceux situés à moins de 3000 m d'altitude devraient voir leur glacier disparaître d'ici la fin du siècle voir bien plus tôt. Il en résultera probablement une intensification des processus glaciologiques et géomorphologiques, une difficulté accrue pour accéder aux glaciers, voire potentiellement une disparition des activités glaciaires et une disparition du glacier en tant qu'attracteur principal du site. Cela questionne à la fois l'avenir des sites en question, mais également des destinations auxquelles ils sont rattachés. Dans ce contexte, il semble important de comprendre la place que joue le site au sein de la destination en utilisant par exemple le système d'attraction des destinations touristiques de Leiper (1990).

La disparition aujourd'hui presque programmée des glaciers pose cependant la question du devenir des sites glaciaires, et plus généralement des sites « de la dernière chance », une fois cette disparition actée. Si le concept de *dark tourism* semblait pertinent pour imaginer les conditions du tourisme après la fonte des glaciers, l'analyse des relations entre les deux concepts montre qu'il n'est pas très pertinent. La dernière partie de ce chapitre a dès lors proposé le concept de « tourisme post-Anthropocène » pour décrire un tourisme qui aurait lieu sur le « ruines de l'Anthropocène ». Si ce concept reste pour l'instant une simple proposition à discuter, il pourrait permettre de questionner l'évolution d'un tourisme lié à un élément naturel disparu, comme ce sera le cas pour le tourisme glaciaire.

## Conclusion de la Partie 4

Au-delà des menaces que le changement climatique fait peser sur les sites touristiques glaciaires alpins et mondiaux, il semble que ce changement augmente également la valeur scientifique des glaciers et la manière dont ils sont perçus par le public, mais aussi par les gestionnaires. Cela a conduit ces derniers à considérer les glaciers comme des marqueurs du changement climatique dont la valeur scientifique serait à promouvoir. Il en résulte la création de nombreux centres d'interprétation glaciaire, la mise en place de panneaux d'interprétation sur place, ou encore l'organisation de randonnées accompagnées de scientifiques ou de conférences en plein air. La mise en œuvre de ces éléments, ainsi que les motivations des visiteurs, liées au LCT ou à la notion d'apprentissage, permettent de considérer le tourisme glaciaire comme relevant du géotourisme. De plus, il semble que la valorisation géotouristique des sites glaciaires soit une réponse à la diminution perçue, par les opérateurs, de sa valeur esthétique. Dans le contexte inhérent au changement climatique, il se pose alors la question de l'influence de la valorisation scientifique des glaciers sur les comportements des visiteurs.

Les résultats présentés dans le Chapitre 10 de cette partie permettent d'ajouter quelques compléments de réponse à cette question de l'influence de la visite des paysages glaciaires sur les comportements pro-environnementaux des visiteurs. Au-delà de montrer que les glaciers en tant que marqueurs et « révélateurs » du changement climatique peuvent avoir un rôle dans les intentions pour les visiteurs d'adopter des comportements pro-environnementaux, les résultats présentés pointent également du doigt les moyens qui peuvent être mis en place pour les optimiser. En complément des éléments éducationnels qui sont souvent déployés sur les sites glaciaires, il semble important de mettre en place d'autres formes de médiation, relevant du champ de l'expérience et permettant une relation émotionnelle entre le visiteur et le glacier. Ces résultats en confirment d'autres (par exemple Miller *et al.*, 2020), mais restent relativement exploratoires tandis qu'ils sont en contradiction avec d'autres études (par exemple Weber *et al.*, 2019) en ce qui concerne l'impact réel de la visite de « sites de la dernière chance » sur les intentions des visiteurs d'adopter des comportements pro-environnementaux. D'autres études seraient à ce titre nécessaires pour confirmer ces premiers résultats, comme une étude longitudinale visant à suivre l'impact de la visite de ces sites sur les comportements des visiteurs. Il serait également pertinent d'investiguer la manière dont les informations scientifiques disponibles autour des sites glaciaires sont en cohérence avec les données scientifiques disponibles et comment elles sont perçues et

intégrées par les visiteurs. Le projet *MédiAdap*[24]*t* que je codirige, soutenu par le Labex ITTEM, tente d'explorer ces questions. Les premiers résultats devraient être disponibles début 2022.

Si les résultats des travaux qualitatifs et quantitatifs menés auprès des visiteurs et des opérateurs touristiques suggèrent que les stratégies d'adaptations déployées par ces derniers sont en cohérence avec les attentes des visiteurs, plusieurs questions se posent toutefois concernant l'avenir du tourisme glaciaire dans un monde qui se désenglace de manière accélérée. Tout d'abord, il semble tout à fait probable que le retrait du glacier dans le futur entraîne une augmentation du nombre et de l'intensité des processus glaciologiques et géomorphologiques impactant directement les sites en termes d'accès, de sécurité, ou encore d'opérabilité. D'une manière plus fondamentale, la disparition du glacier en tant que ressource touristique pose la question du devenir des sites glaciaires eux-mêmes. Ainsi, les recherches futures pourraient s'atteler à développer des axes de transition(s) possible(s) à la fois pour le site touristique lui-même, mais plus généralement pour la destination touristique dans son ensemble. Ainsi, les stratégies d'adaptation (principalement réactives) développées jusqu'ici et exposées dans ce manuscrit peuvent être considérées comme des ajustements possibles pour continuer plus longtemps l'exploitation des sites, mais qui ne doivent pas être considérées comme une fin en soi. Il semble à l'inverse important que ces stratégies permettent de travailler plus (pro-)activement à une dynamique de transition permettant de libérer les destinations en question d'une ressource disparaissant, voire d'une transition permettant de dégager ces destinations d'une économie basée presque exclusivement sur l'industrie touristique.

[24] https://labexittem.fr/projets/mediadapt-la-mediation-comme-adaptation-des-sites-touristiques-glaciaires-au-changement-climatique/ - Consulté le 01/10/2021

# Conclusions générales

Le travail présenté dans ce manuscrit a mis en lumière les implications du changement climatique et de la dégradation de la cryosphère sur les activités et sites touristiques situés à proximité des grands glaciers alpins. Il vient compléter les travaux menés par EDYTEM sur la haute montagne. Ce faisant, ce travail doctoral a également permis de poursuivre le développement de l'interdisciplinarité au laboratoire en insérant de plus en plus de questions des sciences humaines et sociales au sein des études sur les impacts glacio-géomorphologiques du changement climatique en montagne. En substance, ces travaux ont montré que l'évolution accélérée de la cryosphère alpine a des conséquences principalement négatives pour les sites touristiques glaciaires alpins. Ces conséquences sont, pour les opérateurs touristiques, des difficultés accrues pour accéder aux glaciers, pour gérer l'organisation et le fonctionnement des sites ou encore pour maintenir la viabilité de certains itinéraires. Les conséquences du changement climatique sur la haute montagne sont également perçues des visiteurs et le développement du LCT en est un bon indicateur. Les changements des paysages glaciaires sont également source de jugements négatifs de la part des visiteurs de la Mer de Glace. Cependant, il ne semble pas que cela génère une forte insatisfaction puisque le paysage dans son ensemble reste à l'origine de jugements positifs. Enfin, il semble que le changement climatique vienne augmenter la valeur géoscientifique des sites glaciaires et que la mise en place d'éléments d'interprétation et la visite de ces sites puissent avoir un impact positif sur les intentions d'engager des comportements pro-environnementaux. Malgré ces résultats, des questions émergent quant à la durabilité du tourisme glaciaire dans un monde voué à être désenglacé à relativement courte échéance.

*Déroulement de la recherche*

Nous avons tout d'abord exposé le développement du tourisme glaciaire au XVIIIe siècle et l'importance que possède le glacier en tant que ressource principale pour cette forme de tourisme de nature en montagne. L'importance du glacier comme ressource touristique est d'autant plus déterminante que ces glaciers font partie des éléments naturels les plus touchés par le changement climatique et dont les conséquences sont parmi les plus visibles. Les formes que peuvent prendre le tourisme glaciaire et les sites touristiques glaciaires à travers les Alpes sont nombreuses et diversifiées. Le travail de recensement et d'inventaire des sites glaciaires mis en tourisme dans les Alpes a servi de base pour sélectionner les sites qui ont finalement fait l'objet d'investigations au cours de ce travail doctoral. Outre l'importance de ces sites en termes touristiques, le choix s'est également porté sur des espaces d'altitude modeste (1500-2000 m). Ce choix nous a

contraints à écarter certains grands sites emblématiques et représentant des attractions touristiques majeures pour leurs territoires, comme l'Aiguille du Midi (France, 3842 m) ou le Matterhorn Paradise (Suisse, 3883 m). Bien que non étudiés dans le cadre de ce travail doctoral, ces sites de plus haute altitude constituent des espaces de choix pour de futures recherches.

Sur la base de ce choix des sites touristiques, nous avons poursuivi par l'exploration et l'investigation de l'influence du changement climatique et de ses conséquences glaciologiques et géomorphologiques pour les opérateurs des sites touristiques glaciaires. Il a également été question de comprendre comment les opérateurs touristiques développaient des stratégies d'adaptation pour répondre aux enjeux nouveaux induits par les conséquences du changement climatique. Dans un premier temps, nous avons montré comment la recherche avait jusqu'ici abordé ces thématiques d'adaptation du tourisme dans d'autres contextes avec, par exemple, de nombreux travaux relatifs à l'industrie du ski alpin. Il était donc nécessaire de réaliser un état des lieux de la recherche qui avait été menée concernant l'adaptation du tourisme glaciaire estival au changement climatique. Cette méta-analyse comprenant 61 articles ayant attrait au tourisme glaciaire montre que 44 études ont questionné de près ou de loin l'influence du changement climatique et 30 les adaptations développées (ou pouvant être développées) par les opérateurs touristiques. Au total, 27 stratégies d'adaptations différentes ont été identifiées, réparties en 7 catégories : changement des accès ; substitution spatiale (relative à un changement d'espace de pratique) ; atténuation du retrait glaciaire ; substitution temporelle (relative à un changement de temporalité de pratique) ; éducation à l'environnement ; planification touristique ; et changement d'activité. Cependant, la majorité des stratégies d'adaptation sont « réactives », maintiennent un certain *statu quo* et ne permettent pas de garantir la soutenabilité des activités à long terme. Des questions sont alors apparues quant aux adaptations du tourisme glaciaire dans le passé compte tenu de son développement précoce. Nous nous sommes donc intéressés, à travers une analyse géo-historique, aux impacts des fluctuations glaciaires sur les activités touristiques autour et sur la Mer de Glace à Chamonix et aux adaptations mises en place par les opérateurs touristiques depuis 1741. Ainsi, si les fluctuations glaciaires ont bien eu des impacts sur les activités touristiques à la Mer de Glace, les processus glaciologiques et géomorphologiques identifiables *via* les sources historiques semblent survenir avec une fréquence et une intensité plus faible dans le passé par rapport à ce qui est observé aujourd'hui. Les stratégies d'adaptation qu'il est possible d'identifier confirment les constats faits concernant la revue de la littérature et le tourisme glaciaire à l'échelle mondiale : les adaptations sont principalement réactives et consistent surtout à maintenant les choses en l'état. De plus, les stratégies d'adaptation transformationnelles sont principalement des adaptations « obligatoires » dans le sens où elles sont mises en œuvre une fois que l'activité en question n'est tout simplement plus praticable. Fort de ces résultats, il était nécessaire de connaître l'état actuel de ces questions d'adaptation dans les Alpes. Pour ce faire,

un troisième travail de recherche a été mené pour identifier les impacts du changement climatique et les stratégies d'adaptation développées par les opérateurs de six sites touristiques glaciaires répartis entre Suisse, France et Autriche. Outre les impacts des différents processus glacio-géomorphologiques identifiés, 29 stratégies d'adaptation ont pu être observées et classées en 8 catégories : les moyens techniques ; les changements de management ; les projets de transformation ; le management des accès et des itinéraires ; la planification ; l'atténuation ; la diversification ; et la patrimonialisation. D'une manière générale, ces stratégies correspondent à celles observées à l'échelle mondiale. Les résultats de ces trois études sur les stratégies d'adaptation des opérateurs touristiques de sites glaciaires mènent au constat que, dans l'ensemble des cas, la majorité des stratégies d'adaptation vise à maintenir le *business as usual* et permettent de répondre de manière ciblée à des problèmes précis sans envisager de solution de longs termes prenant en compte les évolutions environnementales futures. L'ensemble de ces résultats met en évidence la difficulté qu'ont les opérateurs touristiques à envisager des stratégies d'adaptation à long terme (quelques exceptions toutefois comme avec les projets de transformations). Tout se passe donc comme si les opérateurs touristiques ne pouvaient pas d'eux-mêmes imaginer d'alternatives à leur mode de fonctionnement actuel. Même si ce concept n'a pas été abordé dans le cadre de ce travail, la « *Path Dependence* » (dépendance au sentier ; Martin, 2010) pourrait être un angle intéressant à développer dans l'étude des verrous à la mise en place de stratégies d'adaptation transformationnelles et visant à être proactif dans la gestion des problématiques futures. D'un autre point de vue, ce constat amène à envisager les adaptations comme des étapes transitionnelles permettant d'incrémenter des changements graduels qui pourraient, *in fine*, mener à la transition du système touristique. À ce titre, les stratégies de réduction des émissions de GES des opérateurs touristique n'ont pas été questionnées ici, mais semblent primordiales pour comprendre les problématiques de transition de manière globale.

Pour compléter ces travaux et porter un éclairage différent, nous nous sommes intéressés à la manière dont le changement climatique et ses conséquences pouvaient exercer une influence sur la perception et les comportements des visiteurs. Compte tenu du fait que les glaciers, au moins en France, sont largement utilisés par les médias pour illustrer le changement climatique, il semblait tout d'abord légitime de penser que le phénomène de LCT pouvait être visible au sein des sites touristiques glaciaires. Les investigations à la fois qualitatives et quantitatives, menées en France, Suisse et Autriche ont validé cette hypothèse tout en confirmant que les visiteurs dont cette motivation de la « dernière chance » est la plus forte sont aussi ceux qui ont la conscience environnementale souvent la plus élevée. Ainsi, l'étude du LCT révèle des mécanismes psychologiques que l'on peut assimiler aux processus de dissonance cognitive puisque les comportements engagés par le touriste (induisant un impact indirect sur le changement climatique) sont en désaccord avec ses valeurs (avoir un rôle important à jouer dans la

préservation de l'environnement). Une segmentation latente des profils des visiteurs des sites glaciaires investigués met également en évidence l'existence d'un groupe de visiteurs dont la motivation de la dernière chance est particulièrement importante et dont la perception du changement climatique et de l'impact de l'homme sur l'environnement est également des plus élevées. D'une manière plus générale, les différents travaux menés autour de cette question du LCT montrent que cette motivation est peu exploitée par les opérateurs touristiques. Dans l'ensemble des six sites investigués, il semble que le fait de vouloir voir le glacier avant qu'il ne disparaisse naît d'une perception du « danger » auquel fait face ce glacier, transmise par les médias traditionnels (grands médias nationaux). Au-delà des questionnements relatifs aux motivations des visiteurs, notre objectif fut de comprendre les implications du retrait glaciaire dans la perception qu'ont les visiteurs du paysage visible depuis ces sites. L'enquête qualitative conduite auprès des visiteurs du Montenvers a permis d'identifier 40 raisons différentes, regroupées en 9 catégories, qui poussent les visiteurs à émettre un jugement positif concernant l'esthétique du paysage et 21 raisons, regroupées en 8 catégories, qui les poussent à émettre un jugement négatif. En substance, nous avons montré que, malgré le fait que le glacier en lui-même soit perçu négativement du fait de sa perte de volume, du manque de neige ou de la couverture détritique à sa surface, le paysage « général » visible depuis le site reste perçu plutôt positivement et pour de nombreuses raisons autres que le glacier lui-même. Ces résultats sont confirmés à l'échelle des six sites glaciaires étudiés où seuls 3,5 % des 1330 répondants à l'enquête quantitative ont répondu que le paysage ne correspondait pas à leurs attentes. S'il reste perçu plutôt positivement, le glacier est cependant un élément important dans le choix de visiter les sites puisque plus d'un quart des répondants à l'enquête précitée indiquaient qu'ils ne seraient pas ou peut-être pas venus sur le site s'il n'y avait plus de glacier à voir. Ainsi, comme les sites investigués devraient voir leur(s) glacier(s) disparaître bien avant 2100, il semble important au vu de ces résultats d'engager dès maintenant des mécanismes de transition.

L'une de ces dynamiques de transition a fait l'objet d'une analyse particulière. En effet, le processus de patrimonialisation de certains glaciers et la mise en avant par les opérateurs touristiques de la valeur scientifique de ces glaciers conduisent à pouvoir considérer le tourisme glaciaire comme une forme de géotourisme. L'analyse comparée du fonctionnement des sites du Jökulsárlón en Islande et de la Mer de Glace en France a poussé à documenter et à valider cette augmentation de l'utilisation de la valeur scientifique des glaciers en tant que ressources touristiques. Cette dynamique géotouristique conduit à l'augmentation du matériel d'interprétation du paysage disponible sur le site et à l'augmentation du nombre d'activités visant à promouvoir la valeur scientifique du paysage glaciaire. Partant de ce constat, nous avons eu pour objectif de comprendre comment la visite d'un site touristique glaciaire comme la Mer de Glace, site « de la dernière chance » pouvait avoir un impact sur la volonté de ses visiteurs

d'adopter des comportements propres à protéger l'environnement. Ce questionnement est important compte tenu de la dissonance cognitive identifiée comme bais psychologiques à la motivation du LCT et des conséquences de ces voyages pour l'environnement et le changement climatique. Les résultats de l'enquête quantitative menée à ce sujet ont montré que les intentions des visiteurs d'adopter des comportements visant à protéger l'environnement étaient corrélées à leur perception du paysage. Ainsi, plus le paysage amène les visiteurs à percevoir les effets du changement climatique, plus leurs intentions d'agir est fortes. Ces résultats montrent également que les émotions ressenties par les visiteurs exercent une influence sur leurs intentions d'agir : plus ils ressentent de la colère et de la tristesse, plus leurs intentions d'agir sont fortes. Cette étude permet d'envisager le développement d'activités et d'aménagements des sites pour favoriser l'adoption de ces comportements, par exemple, en liant les connaissances scientifiques sur la physique du climat avec les intérêts personnels des visiteurs. Il s'agit ici de faire le lien entre les conséquences du changement climatique et les intérêts personnels, sans oublier de proposer des solutions adoptables par tous. Le second axe de valorisation possible concerne les expériences que vivent les visiteurs sur le site et l'opportunité de développer des activités ayant le potentiel de maximiser ces expériences. Nous avons dès lors discuté les résultats précédents et développé une réflexion concernant l'avenir du tourisme glaciaire dans un monde qui semble voué au désenglacement total. Nous avons montré que les adaptations transformatives des opérateurs de certains sites, et notamment celles qui poussent à considérer le tourisme glaciaire comme une forme de géotourisme, semblent répondre aux motivations actuelles des visiteurs. Cependant, le glacier en tant que ressource touristique ne pourra plus avoir une place prépondérante à l'avenir du fait de sa disparition certaine. Il semble alors nécessaire d'engager dès aujourd'hui un travail de réflexion et de transition visant à supprimer la dépendance à cette ressource. Enfin, on peut imaginer un tourisme post-glaciaire comme suite logique au tourisme glaciaire et donc un glissement du LCT vers une autre forme de tourisme pour laquelle la temporalité est fixe et non plus dynamique (dynamique du glacier en cours de disparition). La discussion autour de la relation entre cette nouvelle forme de tourisme et le *dark tourism* montre que ce concept n'est peut-être pas le plus adéquate pour imaginer le tourisme post-glaciaire. Compte tenu des différentes dimensions identifiées au sein du LCT, nous proposons le concept de tourisme post-Anthropocène pour imaginer un futur où certains éléments naturels détruits durant l'Anthropocène deviennent des attractions touristiques. Cette ébauche conceptuelle nécessite évidemment d'être approfondie à l'occasion de recherches futures.

### *Synthèse des apports de ce travail*

La question générale (QG ; *c.f. :* chapitre 3) servant de guide à ce travail ambitionnait de comprendre quelles étaient les conséquences du changement climatique sur le tourisme glaciaire

alpin. Au travers des travaux menés lors de ce travail doctoral, on peut répondre que le tourisme glaciaire alpin subit les effets du changement climatique à la fois de manières très concrètes, par les impacts des processus glaciologiques et géomorphologiques par exemple, mais également de manière plus abstraite, notamment avec la transformation de la valeur symbolique des glaciers, qui constitue le premier apport majeur de ce travail. Ainsi, passés d'une symbolique de danger et de crainte avant le XVIIe siècle, puis à une symbolique de pureté et de puissance liée à la modernité, ce travail doctoral montre que les glaciers portent aujourd'hui – du moins pour la dimension touristique qui nous intéresse – une symbolique de dégradation liée à l'entrée dans l'Anthropocène. Elle se retrouve chez les visiteurs avec le tourisme de la dernière chance où le glacier est perçu comme une espèce en voie de disparition et avec la perception du paysage glaciaire comme étant le reflet des conséquences du changement climatique. Cette symbolique d'un « monde en dégradation » portée par le glacier est également visible chez les opérateurs des sites lorsqu'ils sont inquiets des conséquences d'un paysage glaciaire qui « se dégrade » ; lorsqu'ils estiment nécessaire de patrimonialiser (*protéger pour transmettre*) les glaciers ; ou encore lorsqu'ils tentent de réorienter les discours produits par le marketing du site pour les éloigner du glacier qu'ils estiment ne plus être attractifs. D'un point de vue plus économique, le changement climatique semble induire une modification de la valeur du glacier en tant que ressource. Celle-ci peut être considérée comme une ressource « obligatoire » pour les sites glaciaires (comme la neige le serait pour l'industrie du ski) et sa disparition programmée pose la question des dynamiques ressourcielles futures. À l'inverse, le tourisme de la dernière chance semble donner aux glaciers une valeur nouvelle, issue de leurs futures raretés voire disparitions, mais pose des problèmes d'ordres éthiques. Ces différents points de vue posent des questions quant à la soutenabilité du tourisme glaciaire face à des stratégies d'adaptation principalement réactives que ce soit dans les Alpes, dans le monde, aujourd'hui ou dans le passé. Ce constat est le second apport majeur de ce travail pour lequel peu de solutions sont aujourd'hui apportées. Au vu des résultats présentés, il semble clair que le tourisme glaciaire fait face à un enjeu majeur – la disparition de sa ressource principale – qui s'accompagne d'un autre enjeu non traité ici : la réduction drastique des émissions de GES nécessaire pour garantir le respect (*a minima*) des Accords de Paris. Ainsi, il semble clair que les activités touristiques telles qu'elles fonctionnaient au moment des investigations présentées dans ce travail (avant la crise du Covid-19), ne peuvent mener à un fonctionnement soutenable du tourisme glaciaire. Le tourisme (post)glaciaire (comme d'autres formes de tourismes et d'activités sociétales) doit donc envisager dès aujourd'hui des trajectoires de transitions pour lesquelles le développement de nouvelles avenues de recherches sont nécessaires.

*Perspectives*

Les trois années doctorales écoulées ont permis d'apporter un éclairage nouveau et approfondi sur les conséquences que le changement climatique entraîne sur le tourisme glaciaire dans les Alpes. Cependant, une série de recherches reste à effectuer. Tout d'abord, les enquêtes se sont concentrées sur des sites touristiques dont les altitudes et celles de leurs glaciers sont relativement modestes. Cependant, l'inventaire réalisé pour effectuer ce choix a montré qu'il existait d'autres sites d'altitude plus élevée (au-delà de 3000 m) et largement dignes d'intérêt. De plus, une analyse des formes touristiques qui s'y développent a montré que ces sites plus haut en altitude sont également ceux qui se dirigent le plus vers une forme d'hyper-tourisme dont les dynamiques peuvent être très différentes de celles des sites investigués dans les enquêtes présentées (Salim *et al.*, 2021a). Il semble donc approprié de penser que ces sites de haute altitude réagissent différemment à des conséquences du changement climatique qui sont par ailleurs moindres qu'à plus basse altitude. La disparition des glaciers s'y trouve également reportée sur des échéances plus longues. De plus, ces éléments peuvent également influencer la perception et les comportements de leurs visiteurs. Ainsi, la réplication du travail présenté dans ce manuscrit pour des sites comme l'Aiguille du Midi (3842 m), le *Matterhorn Paradise* (3883 m) ou encore la Jungfraujoch (3463 m), pourrait apporter un éclairage important qui complèterait le présent travail.

Concernant l'axe de travail autour des opérateurs touristiques, de nombreuses études complémentaires seraient à mener sur les thèmes de l'adaptation et de la transition. En effet, les principaux résultats présentés ici montrent que les stratégies d'adaptation des opérateurs touristiques sont principalement réactives. Fort de ce constat, il convient maintenant de construire des solutions permettant la soutenabilité à long terme des destinations touristiques incluant des sites glaciaires. Il s'agit ici d'envisager l'échelle de la destination plutôt que du site (Chamonix-Mont-Blanc ou *Aletsch Arena* par exemple) pour imaginer les adaptations et recompositions qu'il est possible d'opérer pour aller vers une soutenabilité de la destination. Pour être mené à bien, un tel travail devrait adopter une approche transdisciplinaire et donc inclure les acteurs de la destination dès l'élaboration du projet de recherche. Du point de vue méthodologique, le développement d'ateliers participatifs incluant les différents acteurs du territoire permettrait d'avoir une vision globale de la situation tout en entamant la discussion entre différents types d'acteurs. Ce type de méthodologie a par exemple été mis en place au Pays de la Meije afin de mettre en évidence les contributions de la nature à la qualité de vie (Bruley *et al.*, 2021). Ce travail permettrait de questionner l'évolution des destinations à long terme : comment envisager la transition d'un territoire dont la ressource touristique est le glacier alors que la « disparition » de celui-ci est prévue dans les prochaines décennies ? À des fins de généralisation, cet axe de

recherche améliorerait la compréhension des dynamiques territoriales et des adaptations/transitions nécessaires pour qu'un territoire puisse se « défaire » d'une ressource touristique jusqu'ici « obligatoire » (le glacier pour le tourisme glaciaire ou la neige pour le tourisme du ski par exemple). Cet axe de recherche bénéficierait des collaborations entamées en 2019 avec H. Purdie de l'Université de Canterbury (Nouvelle-Zélande) en apportant un regard comparatif entre les Alpes européennes et néo-zélandaises. Au-delà de l'intégration des éléments liés aux conséquences du changement climatique en lui-même, il semble également important d'inclure une analyse des conséquences qu'entraînerait la mise en œuvre de mesures et de transformations visant à respecter les Accords de Paris (COP 21). Il semble en effet qu'une réduction de moitié des émissions de GES d'une destination comme Chamonix-Mont-Blanc d'ici 2030 nécessite des adaptations au moins aussi importantes que celles induites par les conséquences du changement climatique. En sommes, il semble aujourd'hui nécessaire de considérer l'atténuation du changement climatique comme un vecteur de transformations profondes que les stratégies d'adaptations doivent prendre en compte dès aujourd'hui pour en garantir la soutenabilité.

Concernant les visiteurs des sites touristiques glaciaires, plusieurs projets sont en cours. Tout d'abord, compte tenu des résultats montrant que le LCT possède une dynamique liée à une forme de dissonance cognitive, un travail d'identification des stratégies de consonance a été mis en place. Dans le cadre théorique de la dissonance cognitive, les stratégies de consonance sont des justifications que se constitue un individu pour combler le déséquilibre psychologique créé par la dissonance (Aronson, 1969). Ce travail d'identification mené auprès des visiteurs du Montenvers, commencé en juillet 2020, a été stoppé à cause de la fermeture des remontées mécaniques liée au Covid-19 à l'automne 2020. Les entretiens qualitatifs auprès des visiteurs ont repris à l'été 2021 et les premiers résultats devraient être présentés en 2022. Au-delà du fait de mieux comprendre les justifications de comportements non soutenables dans le cas du tourisme glaciaire, ce travail doit permettre aux opérateurs touristiques ainsi qu'aux professionnels de la médiation scientifique de mieux cibler et adapter leur discours aux « croyances » des visiteurs. Par exemple, l'identification des stratégies de consonance permettra de connaître les informations à diffuser sur les sites afin de favoriser les comportements soutenables. D'une manière plus générale, ce travail s'insère dans une dynamique plus large visant à expliquer ces comportements en contexte touristique (Juvan & Dolnicar, 2014 ; Juvan *et al.*, 2016).

Dans cette thématique des comportements des visiteurs au sein des sites touristiques glaciaires, un second projet est en cours et peut être considéré comme une suite à ce travail

doctoral. En effet, nous avons lancé en 2021 le projet *MédiAdapt*[25], financé par le Labex ITTEM, qui questionne la médiation scientifique et le développement des centres d'interprétation glaciaire en tant que stratégie d'adaptation, mise en place par les opérateurs de sites touristiques glaciaires, aux conséquences du changement climatique. Il vise également à comprendre la manière dont les éléments d'interprétation déployés sur les sites sont perçus par les visiteurs. Trois sites font l'objet d'investigations spécifiques : le site du Montenvers, l'*Espace Glacialis* (Parc National de la Vanoise) et le *World Nature Forum*, un espace de restitution lié au classement UNESCO du site Aletsch-Jungfrau. L'objectif de ce projet exploratoire au sein de l'Arc alpin est de comprendre : i) les jeux d'acteurs ayant menés à la construction de ces centres et le rôle de l'action publique dans ces aménagements ; ii) les discours et stratégies discursives qui y sont produits et le rapport scientifique à la nature qui les sous-tend ; et iii) l'expérience des visiteurs et les éventuels décalages qui s'observent entre le discours produit et sa réception. Les premiers résultats du projet devraient être disponibles au cours de l'automne 2021 et permettront d'apporter un regard nouveau sur les techniques de médiation scientifique mises en œuvre dans ces hauts lieux de démonstration et de révélation du changement climatique que sont les sites touristiques glaciaires.

Pour conclure, ce travail doctoral aura permis d'apporter un certain nombre d'éclairages nouveaux sur la manière dont le changement climatique impacte le tourisme estival. Le tourisme glaciaire aura, à ce titre, été un bon exemple de tourisme dont la ressource principale (le glacier) est une ressource « obligatoire » comme peut l'être la neige pour le tourisme lié au ski. Ce travail aura également mis en évidence la difficulté pour les opérateurs touristiques d'imaginer un autre mode de valorisation et de développement touristique que celui actuellement mis en œuvre, malgré les connaissances scientifiques aujourd'hui très précises en ce qui concerne le retrait glaciaire et son évolution à venir. Les travaux menés dans le cadre de ce travail auront également montré l'importance de l'interdisciplinarité comme manière de construire des questions de recherche en croisant plusieurs disciplines scientifiques. Cependant, la résolution de problème complexe comme le changement climatique semble nécessiter la mise en œuvre d'approches transdisciplinaires où les questions de recherches sont construites en interdisciplinarité, mais également avec les acteurs du territoire. L'enjeu principal étant que les connaissances produites par la recherche puissent directement nourrir et aider à répondre aux enjeux de société.

[25] https://labexittem.fr/projets/mediadapt-la-mediation-comme-adaptation-des-sites-touristiques-glaciaires-au-changement-climatique/ - consulté le 01/10/2021

# Bibliographie


Abegg, B; Bürki, R; Elsasser, H (2008). Climate change and tourism in the Alps. *In: Borsdorf, A; Stötter, J; Veulliet, E* (eds.). Managing alpine future. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 73-80.

Abegg, B., Morin, S., Demiroglu, O. C., François, H., Rothleitner, M., & Strasser, U. (2020). Overloaded! Critical revision and a new conceptual approach for snow indicators in ski tourism. *International Journal of Biometeorology, 65,* 691-701. https://doi.org/10.1007/s00484-020-01867-3

Adams, A. W. (2010). Planning for Cruise Ship Resilience: An Approach to Managing Cruise Ship Impacts in Haines, Alaska. *Coastal Management*, *38*(6), 654-664. https://doi.org/10.1080/08920753.2010.529035

Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, *24*(3), 347-364. https://doi.org/10.1191/030913200701540465

Adger, W. N., Brown, K., Nelson, D. R., Berkes, F., Eakin, H., Folke, C., Galvin, K., Gunderson, L., Goulden, M., O'Brien, K., Ruitenbeek, J., & Tompkins, E. L. (2011). Resilience implications of policy responses to climate change. *WIREs Climate Change*, *2*(5), 757-766. https://doi.org/10.1002/wcc.133

Agnew, M. D., & Palutikof, J. P. (2006). Impacts of short-term climate variability in the UK on demand for domestic and international tourism. *Climate Research*, *31*(1), 109-120. https://doi.org/10.3354/cr031109

Akhtar, M., Ahmad, N., & Booij, M. J. (2008). The impact of climate change on the water resources of Hindukush–Karakorum–Himalaya region under different glacier coverage scenarios. *Journal of Hydrology*, *355*(1), 148-163. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.03.015

Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction : An etymological journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *13*(11), 2707-2716. https://doi.org/10.5194/nhess-13-2707-2013

Allison, E. A. (2015). The spiritual significance of glaciers in an age of climate change. *WIREs Climate Change*, *6*(5), 493-508. https://doi.org/10.1002/wcc.354

Amelot, F. (2020). Le changement global : Une réalité ? Les géomorphosites exposés au Changement Climatique support d'une éducation citoyenne. *In Ambert Martine et Cayla Nathalie (éds)*. Guide pratique de valorisation des géomorphosites, (p. 38-42). Presse Universitaires Savoie-Mont-Blanc.

Andy, F. (2013). Discovering statistics using IBM SPSS statistics. *Sage Publication India Pvt. Ltd*.

Árnason, P., & Welling, J. T. (2019). Winter tourism and seasonality in Iceland. *In Pröbstl, U.; Richins, H.; Türk, S.* (eds.) Winter tourism: Trends and challenges (, p. 442-460). CABI.

Aronson, E. (1969). The Theory of Cognitive Dissonance: A Current Perspective. *In L. Berkowitz (Éd.),* Advances in Experimental Social Psychology (Vol. 4, p. 1-34). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60075-1

Aschan-Leygonie, C. (2000). Vers une analyse de la résilience des systèmes spatiaux. *L'Espace géographique*, *29*(1), 64-77. JSTOR.

Aubert, D. (1989). La protection des blocs erratiques dans le canton de Vaud. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, *79*(3), 185-207.

Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., Schöner, W., Ungersböck, M., Matulla, C., Briffa, K., Jones, P., Efthymiadis, D., Brunetti, M., Nanni, T., Maugeri, M., Mercalli, L., Mestre, O., Moisselin, J.-M., Begert, M., … Nieplova, E. (2007). HISTALP—historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology*, *27*(1), 17-46. https://doi.org/10.1002/joc.1377

Auvergne-Rhône-Alpes Tourisme. (2021). *L'impact du changement climatique sur les activités outdoor en montagne* (Nº 12 ; Les carnets de l'ingénierie, p. 28). Auvergne-Rhône-Alpes Tourisme Pôle etudes marketing.

Avian, M., Bauer, C., Schlögl, M., Widhalm, B., Gutjahr, K.-H., Paster, M., Hauer, C., Frießenbichler, M., Neureiter, A., Weyss, G., Flödl, P., Seier, G., & Sulzer, W. (2020). The Status of Earth Observation Techniques in Monitoring High Mountain Environments at the Example of Pasterze Glacier, Austria: Data, Methods, Accuracies, Processes, and Scales. *Remote Sensing*, *12*(8), 1251. https://doi.org/10.3390/rs12081251

Avian, M., Kellerer-Pirklbauer, A., & Lieb, G. K. (2018). Geomorphic consequences of rapid deglaciation at Pasterze Glacier, Hohe Tauern Range, Austria, between 2010 and 2013 based on repeated terrestrial laser scanning data. *Geomorphology*, *310*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.02.003

Baldursson, S., Guðnason, J., Hannesdóttir, H., & Þórðarson, Þ. (2018). *Nomination of Vatnajökull National Park for inclusion in the World Heritage List* (Vatnajökull National Park).

Ballantyne, C. K. (2002). Paraglacial geomorphology. *Quaternary Science Reviews*, *21*(18), 1935-2017. https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00005-7

Ballu, Y. (2002). *Drus, Montenvers et mer de Glace*. Hoëbeke.

Barandun, M., Fiddes, J., Scherler, M., Mathys, T., Saks, T., Petrakov, D., & Hoelzle, M. (2020). The state and future of the cryosphere in Central Asia. *Water Security*, *11*, 100072. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100072

Barry, R., & Gan, T. Y. (2011). *The Global Cryosphere: Past, Present and Future*. Cambridge University Press.

Bates, D. G. (2004). *Human Adaptive Strategies: Ecology, Culture, and Politics* (3th edition). Pearson.

Baud, P., Bourgeat, S., & Bras, C. (2013). *Dictionnaire de géographie* (5e édition). Hatier.

Bayle, A. (2020). A recent history of deglaciation and vegetation establishment in a contrasted geomorphological context, Glacier Blanc, French Alps. *Journal of Maps*, *16*(2), 766-775. https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1829115

Becken, S. (2019). Decarbonising tourism: Mission impossible? *Tourism Recreation Research*, *44*(4), 419-433. https://doi.org/10.1080/02508281.2019.1598042

Beniston, M., Farinotti, D., Stoffel, M., Andreassen, L. M., Coppola, E., Eckert, N., Fantini, A., Giacona, F., Hauck, C., Huss, M., Huwald, H., Lehning, M., López-Moreno, J.-I., Magnusson, J., Marty, C., Morán-Tejéda, E., Morin, S., Naaim, M., Provenzale, A., … Vincent, C. (2018). The European mountain cryosphere : A review of its current state, trends, and future challenges. *The Cryosphere*, *12*(2), 759-794. https://doi.org/10.5194/tc-12-759-2018

Bennett, M. M. (2020). Ruins of the Anthropocene: The Aesthetics of Arctic Climate Change. *Annals of the American Association of Geographers*, *111*(3), 921-931. https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1835457

Berard-Chenu, L., Cognard, J., François, H., Morin, S., & George, E. (2020). Do changes in snow conditions have an impact on snowmaking investments in French Alps ski resorts? *International Journal of Biometeorology, 65,* 659-675. https://doi.org/10.1007/s00484-020-01933-w

Bernstein, J., & Szuster, B. W. (2019). The new environmental paradigm scale : Reassessing the operationalization of contemporary environmentalism. *The Journal of Environmental Education*, *50*(2), 73-83. https://doi.org/10.1080/00958964.2018.1512946

Berthier, E. (2005). *Dynamique et bilan de masse des glaciers de montagne (Alpes, Islande, Himalaya) : Contribution de l'imagerie satellitaire* [These de doctorat, Toulouse 3]. http://www.theses.fr/2005TOU30102

Beza, B. B. (2010). The aesthetic value of a mountain landscape: A study of the Mt. Everest Trek. *Landscape and Urban Planning*, *97*(4), 306-317. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.07.003

Bidaut, F., & Gendrault, J. (1997). *La Mer de glace et le Montenvers*. Édimontagne.

Bigné, J. E., & Andreu, L. (2004). Emotions in segmentation: An Empirical Study. *Annals of Tourism Research*, *31*(3), 682-696. https://doi.org/10.1016/j.annals.2003.12.018

Biskaborn, B. K., Smith, S. L., Noetzli, J., Matthes, H., Vieira, G., Streletskiy, D. A., Schoeneich, P., Romanovsky, V. E., Lewkowicz, A. G., Abramov, A., Allard, M.,

Boike, J., Cable, W. L., Christiansen, H. H., Delaloye, R., Diekmann, B., Drozdov, D., Etzelmüller, B., Grosse, G., … Lantuit, H. (2019). Permafrost is warming at a global scale. *Nature Communications*, *10*(1), 264. https://doi.org/10.1038/s41467-018-08240-4

Björnsson, H. (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. https://doi.org/10.3189/1996AoG22-1-141-146

Björnsson, H. (2017). Iceland. In H. Björnsson (Éd.), *The Glaciers of Iceland: A Historical, Cultural and Scientific Overview* (p. 103-127). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6239-207-6_3

Böhm, R., Jones, P. D., Hiebl, J., Frank, D., Brunetti, M., & Maugeri, M. (2010). The early instrumental warm-bias: A solution for long central European temperature series 1760–2007. *Climatic Change*, *101*(1), 41-67. https://doi.org/10.1007/s10584-009-9649-4

Bonnemains, A., & Clivaz, C. (2019). Adaptation aux changements climatiques des stations de sports d'hiver dans les Alpes françaises et suisses : Quel rôle pour les pouvoirs publics ? In *Gwiazdzinski Luc et al. (Dir.), Tourisme(s) et Adaptation(s)* (p. 227-234). Elya Editions, Actes du colloque AsTRES. https://serval.unil.ch/notice/serval:BIB_269D8DDB149F

Bosson, J. -B., Huss, M., & Osipova, E. (2019). Disappearing World Heritage Glaciers as a Keystone of Nature Conservation in a Changing Climate. *Earth's Future*, *7*, 469-479. https://doi.org/10.1029/2018EF001139

Boudon, R. (2002). L'adaptation sociale. *Encyclop ae dia Universalis, Paris, Encyclop ae dia Universalis France*, 250-251.

Bourassa, S. C. (1991). *The aesthetics of landscape*. Belhaven press.

Bourdeau, P. (1991). *Guides de haute montagne, territoire et identité : Recherches sur la territorialité d'un groupe professionnel*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier (Grenoble).

Bourdeau, P. (2014). *Effet du changement climatique sur l'alpinisme et nouvelles interactions avec la gestion des espaces protégés en haute montagne ; Le cas du parc national des Ecrins* (p. 38) [Rapport de recherce]. PACTE.

Bourdeau, P. (2018). L'après-tourisme revisité. *Via. Tourism Review*, *13*, [en ligne]. https://doi.org/10.4000/viatourism.1936

Boy, D. (2020). *Représentations sociales du changement climatique : 21 ème vague Baromètre sur les représentations sociales de l'effet de serre et du changement climatique* (Expertise, p. 169). ADEME, RCB, OPINION WAY SAS. https://www.ademe.fr/representations-sociales-changement-climatique-21-eme-vague

Boyer, M. (1999). *Histoire de l'invention du tourisme (XVI-XIXe siècles) : Origine et développement du tourisme dans le sud-est de la France*. Éditions de l'Aube.

Braun, O. L., Lohmann, M., Maksimovic, O., Meyer, M., Merkovic, A., Messerschmidt, E., Riedel, A., & Turner, M. (1999). Potential impact of climate change effects on preferences for tourism destinations. A psychological pilot study. *Climate Research*, *11*(3), 247-254. https://doi.org/10.3354/cr011247

Breiby, M. A. (2014). Exploring aesthetic dimensions in a nature-based tourism context. *Journal of Vacation Marketing*, *20*(2), 163-173. https://doi.org/10.1177/1356766713514243

Broc, N. (1991). *Les montagnes au Siècle des lumières : Perception et représentation*. Editions du C.T.H.S.

Bruley, E., Locatelli, B., & Lavorel, S. (2021). Nature's contributions to people: Coproducing quality of life from multifunctional landscapes. *Ecology and Society*, *26*(1). https://doi.org/10.5751/ES-12031-260112

Bruns, C. J. (2021). Grieving Okjökull: Discourses of the Ok glacier funeral. In *Climate Change and Journalism* (Henrik Bødker, Hanna E. Morris, p. 15). Routledge. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003090304-8/grieving-okj%C3%B6kull-catherine-bruns

Bultena, G. L., & Taves, M. J. (1961). Changing Wilderness Images and Forestry Policy. *Journal of Forestry*, *59*(3), 167-171. https://doi.org/10.1093/jof/59.3.167

Bussard, J., Salim, E., Welling, J. T. (2022). Visiter les glaciers, une forme de géotourisme ? Les cas du Montenvers (Mer de Glace, France) et de Jökulsárlón (Breidamerkurjökull, Islande). *Géo-Regards - Revue Neuchâteloise de Géographie*

Butler, R. W. (1980). The Concept of a Tourist Area Cycle of Evolution : Implications for Management of Resources. *The Canadian Geographer / Le Géographe Canadien*, *24*(1), 5-12. https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1980.tb00970.x

Carlson, A. (2007). The Requirements for An Adequate Aesthetics of Nature. *Environmental Philosophy*, *4*(1 & 2), 1-14.

Cater, C., Albayrak, T., Caber, M., & Taylor, S. (2020). Flow, satisfaction and storytelling: A causal relationship? Evidence from scuba diving in Turkey. *Current Issues in Tourism*, *24*(12), 1749-1767. https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1803221

Cathala, M., Magnin, F., Linsbauer, A., & Haeberli, W. (2021). Modelling and characterizing glacier-bed overdeepenings as sites for potential future lakes in the deglaciating French Alps. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*. http://journals.openedition.org/geomorphologie/15255

Cayla, N. (2009). Glaciers actuels et géomorphologie paraglaciaire, quelques exemples de valorisation touristique au sein de l'arc alpin (Glaciers and paraglacial geomorphology, some examples of tourist promotion in the Alps). *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, *86*(1), 96-109. https://doi.org/10.3406/bagf.2009.2657

Cayla, N., Hoblea, F., Biot, V., Delamette, M., & Guyomard, A. (2012). De l'invisibilité des géomorphosites à la révélation géopatrimoniale. *Géocarrefour*, *3(4)*, 171-186. https://doi.org/10.4000/geocarrefour.8817

Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide through Qualitative Analysis*. SAGE.

Charmaz, K., & Belgrave, L. L. (2012). Qualitative Interviewing and Grounded Theory Analysis. In J. Gubrium, J. Holstein, A. Marvasti, & K. McKinney, *The SAGE Handbook of Interview Research: The Complexity of the Craft* (p. 347-366). SAGE Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781452218403.n25

Chaubet, D. (1994). *Histoire de la Compagnie des guides de Chamonix*. Fontaine de Siloé.

Chen, F., Dai, S., Zhu, Y., & Xu, H. (2020). Will concerns for ski tourism promote pro-environmental behaviour? An implication of protection motivation theory. *International Journal of Tourism Research*, *22*(3), 303-313. https://doi.org/10.1002/jtr.2336

Cherryholmes, C. H. (1992). Notes on pragmatism and scientific realism. *Educational Researcher*, *14*, 13-17.

Chilla, T., Kühne, O., Weber, F., & Weber, F. (2015). ‚Neopragmatische' Argumente zur Vereinbarkeit von konzeptioneller Diskussion und Praxis der Regionalentwicklung. In O. Kühne & F. Weber (Éds.), *Bausteine der Regionalentwicklung* (p. 13-24). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-02881-7_

Chintagunta, P. K., Jain, D. C., & Vilcassim, N. J. (1991). Investigating Heterogeneity in Brand Preferences in Logit Models for Panel Data. *Journal of Marketing Research*, *28*(4), 417-428. https://doi.org/10.1177/002224379102800404

Church, G. J., Bauder, A., Grab, M., Hellmann, S., & Maurer, H. (2018). *High-resolution helicopter-borne ground penetrating radar survey to determine glacier base topography and the outlook of a proglacial lake*. EGU-2018, Vienna. https://doi.org/10.1109/ICGPR.2018.8441598

Clark, E., Mulgrew, K., Kannis-Dymand, L., Schaffer, V., & Hoberg, R. (2019). Theory of planned behaviour: Predicting tourists' pro-environmental intentions after a humpback whale encounter. *Journal of Sustainable Tourism*, *27*(5), 649-667. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1603237

Clarke, G. K. C., Jarosch, A. H., Anslow, F. S., Radić, V., & Menounos, B. (2015). Projected deglaciation of western Canada in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, *8*(5), 372-377. https://doi.org/10.1038/ngeo2407

Clivaz, C., & Savioz, A. (2020). Recul des glaciers et appréhension des changements climatiques par les acteurs touristiques locaux. Le cas de Chamonix-Mont-Blanc dans les Alpes françaises. Article évalué par les pairs. *Via . Tourism Review*, *18*, Article 18. https://doi.org/10.4000/viatourism.6066

Coghlan, A. (2013). Last chance tourism on the Great Barrier Reef. In *Last chance tourism : Adapting tourism opportunities in a changing world* (p. 133-149). Routledge.

Colebrook, C. (2018). Extinction. In *Posthuman glossary* (R. Braidotti&M. Hlavajova (Eds.), p. 150-153). Bloomsbury Academic.

Compagno, L., Eggs, S., Huss, M., Zekollari, H., & Farinotti, D. (2021). Brief communication: Do 1.0, 1.5, or 2.0°C matter for the future evolution of Alpine glaciers? *The Cryosphere*, *15*(6), 2593-2599. https://doi.org/10.5194/tc-15-2593-2021

Corneloup, J. (2011). La forme transmoderne des pratiques récréatives de nature. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, *2(3)*, https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9107

Council of Europe. (2017). *Landscape dimensions: Reflections and proposals for the implementation of the European Landscape Convention.* (Maguelonne Déjeant-Pons & Susan Moller). Council of Europe.

Couzy, A., & Mangeot, C. (2003). *Aiguille du Midi et vallée Blanche*. Hoëbeke.

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed). Sage Publications.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.

Crivelli, R. (2011). Accueillir les hommes, blesser le territoire : Une histoire du tourisme suisse d'après-guerre. *Le Globe. Revue genevoise de géographie*, *151*(1), 5-44. https://doi.org/10.3406/globe.2011.4281

Crompton, J. L. (1979). Motivations for pleasure vacation. *Annals of Tourism Research*, *6*(4), 408-424. https://doi.org/10.1016/0160-7383(79)90004-5

Cronk, B. C. (2019). *How to Use SPSS® : A Step-By-Step Guide to Analysis and Interpretation*. Routledge.

Cruikshank, J. (2005). *Do glaciers listen? Local knowledge, colonial encounters, and social imagination*. UBC Press; University of Washington Press.

Dalton, D. (2014). *Dark tourism and crime*. Routledge.

Damian, M. (2007). Il faut réévaluer la place de l'adaptation dans la politique climatique. *Natures Sciences Sociétés*, *15*(4), 407-410.

Damian, M., Abbas, M., & Berthaud, P. (2015). Les grandes orientations de l'accord climatique de Paris 2015, Climate : The key objectives of the Paris 2015 Agreement. *Natures Sciences Sociétés*, *3*, 19-28. https://doi.org/10.1051/nss/2015015

Daniel, T. C. (2001). Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, *54*(1), 267-281. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00141-4

Dann, G. M. S. (1977). Anomie, ego-enhancement and tourism. *Annals of Tourism Research*, *4*(4), 184-194. https://doi.org/10.1016/0160-7383(77)90037-8

Dann, G. M. S. (1995). Tourism: The nostalgia industry of the future. In *Global tourism : The next decade.* (Theobald W. F., p. 55-67). Butterworth-Heinemann Ltd. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19951810880

Dartiguepeyrou, J. (2007). *La cabane du chapeau : La mer de Glace, versant soleil*. La Fontaine de Siloé.

Dauphiné, A., & Provitolo, D. (2007). La résilience : Un concept pour la gestion des risques. *Annales de geographie*, *n° 654*(2), 115-125.

Dawson, J., Johnston, M. J., Stewart, E. J., Lemieux, C. J., Lemelin, R. H., Maher, P. T., & Grimwood, B. S. R. (2011). Ethical considerations of last chance tourism. *Journal of Ecotourism*, *10*(3), 250-265. https://doi.org/10.1080/14724049.2011.617449

Dawson, J., Maher, P. T., & Slocombe, S. D. (2007). Climate Change, Marine Tourism, and Sustainability in the Canadian Arctic: Contributions from Systems and Complexity Approaches. *Tourism in Marine Environments*, *4*(2), 69-83. https://doi.org/10.3727/154427307784772057

Dawson, J., Stewart, E. J., Lemelin, H., & Scott, D. (2010). The carbon cost of polar bear viewing tourism in Churchill, Canada. *Journal of Sustainable Tourism*, *18*(3), 319-336. https://doi.org/10.1080/09669580903215147

Debarbieux, B. (1988). *Territoires de haute montagne : Recherches sur le processus de territorialisation et d'appropriation sociale de l'espace de haute montagne dans les Alpes du Nord* [Thesis]. Université Joseph-Fourier - Grenoble I.

Debarbieux, B. (1990). *Chamonix-Mont-Blanc : Les coulisses de l'aménagement*. Presses universitaires de Grenoble.

Debarbieux, B. (1995). *Tourisme et montagne*. Economica.

Debarbieux, B., Bortolotto, C., Munz, H., & Raziano, C. (2021). Sharing heritage? Politics and territoriality in UNESCO's heritage lists. *Territory, Politics, Governance*, *0*(0), 1-17. https://doi.org/10.1080/21622671.2020.1854112

Debardieux, B. (1990). *Chamonix, Mont-Blanc : Les coulisses de l'aménagement*. Presses universitaires de Grenoble.

Deline, P., Gardent, M., Magnin, F., & Ravanel, L. (2012). The morphodynamics of the mont blanc massif in a changing cryosphere: A comprehensive review. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, *94*(2), 265-283. https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2012.00467.x

Deline, P., Gruber, S., Amann, F., Bodin, X., Delaloye, R., Failletaz, J., Fischer, L., Geertsema, M., Giardino, M., Hasler, A., Kirkbride, M., Krautblatter, M., Magnin, F., McColl, S., Ravanel, L., Schoeneich, P., & Weber, S. (2021). Chapter 15—Ice loss from glaciers

and permafrost and related slope instability in high-mountain regions. In W. Haeberli & C. Whiteman (Éds.), *Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition)* (p. 501-540). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817129-5.00015-9

Demiroglu, O. C., Dannevig, H., & Aall, C. (2018). Climate change acknowledgement and responses of summer (glacier) ski visitors in Norway. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, *18*(4), 419-438. https://doi.org/10.1080/15022250.2018.1522721

Denley, T. J., Woosnam, K. M., Ribeiro, M. A., Boley, B. B., Hehir, C., & Abrams, J. (2020). Individuals' intentions to engage in last chance tourism: Applying the value-belief-norm model. *Journal of Sustainable Tourism*, *28*(11), 1860-1881. https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1762623

Di Méo, G. (2007). Processus de patrimonialisation et construction des territoires. *Actes du colloque Patrimoine et industrie en Poitou-Charentes : connaître pour valoriser*, 87-109.

Diolaiuti, G., & Smiraglia, C. (2010). Changing glaciers in a changing climate: How vanishing geomorphosites have been driving deep changes in mountain landscapes and environments. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, *16*(2), 131-152. https://doi.org/10.4000/geomorphologie.7882

Driver, B. L., & Toucher, R. C. (1970). Toward a Behavioral Interpretation of Recreation of Planning. *Element of outdoor recreation planning*, 9-31.

D'Souza, J., Dawson, J., & Groulx, M. (2021). Last chance tourism: A decade review of a case study on Churchill, Manitoba's polar bear viewing industry. *Journal of Sustainable Tourism*, *0*(0), 1-19. https://doi.org/10.1080/09669582.2021.1910828

Dumez, H. (2012). Lumières du positivisme Un retour sur les débats épistémologiques en gestion. *Le Libellio d'AEGIS*, *Vol. 8*(1), pp.55-59.

Dunlap, R. E., Liere, K. D. V., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). New Trends in Measuring Environmental Attitudes: Measuring Endorsement of the New Ecological Paradigm: A Revised NEP Scale. *Journal of Social Issues*, *56*(3), 425-442. https://doi.org/10.1111/0022-4537.00176

Durand, Y., Laternser, M., Giraud, G., Etchevers, P., Lesaffre, B., & Mérindol, L. (2009). Reanalysis of 44 Yr of Climate in the French Alps (1958–2002) : Methodology, Model Validation, Climatology, and Trends for Air Temperature and Precipitation. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, *48*(3), 429-449. https://doi.org/10.1175/2008JAMC1808.1

Duvillard, P.-A., Ravanel, L., & Deline, P. (2015). Risk assessment of infrastructure destabilisation due to global warming in the high French Alps. *Journal of Alpine*

*Research | Revue de Géographie Alpine*, *103(2)*, Article 103-2. https://doi.org/10.4000/rga.2896

Duvillard, P.-A., Ravanel, L., Deline, P., & Dubois, L. (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

Duvillard, P.-A., Ravanel, L., Marcer, M., & Schoeneich, P. (2019). Recent evolution of damage to infrastructure on permafrost in the French Alps. *Regional Environmental Change*, *19*(5), 1281-1293. https://doi.org/10.1007/s10113-019-01465-z

Duvillard, P.-A., Ravanel, L., Schoeneich, P., Deline, P., Marcer, M., & Magnin, F. (2021). Qualitative risk assessment and strategies for infrastructure on permafrost in the French Alps. *Cold Regions Science and Technology*, *189*, 103311. https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2021.103311

Eijgelaar, E., Thaper, C., & Peeters, P. (2010). Antarctic cruise tourism: The paradoxes of ambassadorship, "last chance tourism" and greenhouse gas emissions. *Journal of Sustainable Tourism*, *18*(3), 337-354. https://doi.org/10.1080/09669581003653534

Einhorn, B., Eckert, N., Chaix, C., Ravanel, L., Deline, P., Gardent, M., Boudières, V., Richard, D., Vengeon, J.-M., Giraud, G., & Schoeneich, P. (2015). Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, *103-2*. https://doi.org/10.4000/rga.2829

Einhorn, B., & Gérard, S. (2017). *Changement climatique et risques naturels dans les Alpes—Evénements remarquables 2015* (p. 28). Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche pour la Préventon des Risques Naturels. http://www.risknat.org/alpes-climat-risques/Documents/evenements_remarquables/Rapport_PARN_Evts_remarquables_2015.pdf

Engel, C.-E., & Vallot, C. (2016). *Ces monts affreux... (1650-1810) : Anthologie de littérature alpestre*. Editions des Régionalismes & PRNG éditions.

Espiner, S., & Becken, S. (2014). Tourist towns on the edge: Conceptualising vulnerability and resilience in a protected area tourism system. *Journal of Sustainable Tourism*, *22*(4), 646-665. https://doi.org/10.1080/09669582.2013.855222

Espiner, S., Orchiston, C., & Higham, J. (2017). Resilience and sustainability: A complementary relationship? Towards a practical conceptual model for the sustainability–resilience nexus in tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, *25*(10), 1385-1400. https://doi.org/10.1080/09669582.2017.1281929

Etzelmüller, B., Guglielmin, M., Hauck, C., Hilbich, C., Hoelzle, M., Isaksen, K., Noetzli, J., Oliva, M., & Ramos, M. (2020). Twenty years of European mountain permafrost

dynamics—The PACE legacy. *Environmental Research Letters*, *15*(10), 104070. https://doi.org/10.1088/1748-9326/abae9d

Evans, D. (2017). *Vatanajökull National Park (Southern Region) : Guide to a Glacial Landscape Legacy* (Vol. 70). Vatnajökull National Park.

Faillettaz, J., Funk, M., & Vincent, C. (2015). Avalanching glacier instabilities: Review on processes and early warning perspectives. *Reviews of Geophysics*, *53*(2), 203-224. https://doi.org/10.1002/2014RG000466

Falk, M. (2016). The Stagnation of Summer Glacier Skiing. *Tourism Analysis*, *21*(1), 117-122. https://doi.org/10.3727/108354216X14537459509053

Farber, M. E., & Hall, T. E. (2007). Emotion and Environment: Visitors' Extraordinary Experiences along the Dalton Highway in Alaska. *Journal of Leisure Research*, *39*(2), 248-270. https://doi.org/10.1080/00222216.2007.11950107

Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Hannah, L., & Hole, D. G. (2019). Transformative adaptation to climate change for sustainable social-ecological systems. *Environmental Science & Policy*, *101*, 116-125. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.001

Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Hannah, L., & Hole, D. G. (2020). Limited use of transformative adaptation in response to social-ecological shifts driven by climate change. *Ecology and society.*, *25*(1), 25. https://doi.org/10.5751/ES-11381-250125

Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS, 2nd ed* (p. 779). Sage Publications, Inc.

Fischer, M., Huss, M., Barboux, C., & Hoelzle, M. (2014). The new Swiss Glacier Inventory SGI2010 : Relevance of using high-resolution source data in areas dominated by very small glaciers. *Arctic, Antarctic and Alpine Reseach*, *46*, 933-945. https://doi.org/doi:10.1657/1938-4246-46.4.933

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. https://trid.trb.org/view/1150648

Fisher, D., & Stewart, E. J. (2017). Tourism, Time, and the Last Chance. *Tourism Analysis*, *22*(4), 511-521. https://doi.org/10.3727/108354217X15023805452068

Flick, U., Kardoff, E. von, & Steinke, I. (2004). *A Companion to Qualitative Research*. SAGE.

Foley, M., & Lennon, J. J. (1996). JFK and dark tourism: A fascination with assassination. *International Journal of Heritage Studies*, *2*(4), 198-211. https://doi.org/10.1080/13527259608722175

Frauman, Eric., Norman, W. C., & Klenosky, D. B. (1998). Using means-end theory to understand visitors within a nature-based interpretive setting: A comparison of two methods. *Tourism Analysis*, *2*, 161-174.

Frew, E. (2013). Last chance tourism and world heritage sites. In *Last chance tourism: Adapting tourism opportunities in a changing world* (R. H.Lemelin, J.Dawson, E. J.Stewart (Eds.), p. 117-132). Routeledge.

Frijda, N. H. (1988). The laws of emotion. *The American Psychologist*, *43*(5), 349-358. https://doi.org/10.1037//0003-066x.43.5.349

Froelicher, M. (2004). Via Cook—«The First Conducted Tour of Switzerland» im Jahre 1863. *Wege und Geschichte*, 8-16.

Furunes, T., & Mykletun, R. J. (2012). Frozen Adventure at Risk? A 7-year Follow-up Study of Norwegian Glacier Tourism. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, *12*(4), 324-348. https://doi.org/10.1080/15022250.2012.748507

Gallach, X., Ravanel, L., Egli, M., Brandova, D., Schaepman, M., Christl, M., Gruber, S., Deline, P., Carcaillet, J., & Pallandre, F. (2018). Timing of rockfalls in the Mont Blanc massif (Western Alps) : Evidence from surface exposure dating with cosmogenic 10Be. *Landslides*, *15*(10), 1991-2000. https://doi.org/10.1007/s10346-018-0999-8

Galletta, A. (2013). *Mastering the semi-structured interview and beyond: From research design to analysis and publication.* New York University Press.

Ganassali, S. (2014). *Enquêtes et analyse de données avec Sphinx*. Pearson.

Garavaglia, V., Diolaiuti, G., Smiraglia, C., Pasquale, V., & Pelfini, M. (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. https://doi.org/10.1007/s00267-012-9948-9

Garcia, P.-O. (2015). *Sous l'adaptation, l'immunité. Étude sur le discours de l'adaptation au changement climatique.* [Thèse, Université Grenoble Alpes]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01245377/document

Gardent, M., Rabatel, A., Dedieu, J.-P., & Deline, P. (2014). Multitemporal glacier inventory of the French Alps from the late 1960s to the late 2000s. *Global and Planetary Change*, *120*, 24-37. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.05.004

Gibelin, A.-L., Dubuisson, B., Corre, L., Deaux, N., Jourdain, S., Laval, L., Piquemal, J.-M., Mestre, O., Dennetière, D., Desmidt, S., & Tamburini, A. (2014). *Evolution of temperature in France since the 1950s : Constitution of a new reference dataset of homogenized time series*. *87*, 45-53.

Gide, J.-P. A. du texte, & Banaudo, J. (1954-) A. du texte. (1998). *Les trains du Mont-Blanc.. 1, Le chemin de fer de St-Gervais-Le Fayet à Chamonix et à la frontière suisse / Jean-Pierre Gide, José Banaudo*. Editions du Cabri. https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3330881b

Gifford, R. (2011). The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *The American Psychologist*, *66*(4), 290-302. https://doi.org/10.1037/a0023566

Gilaberte-Búrdalo, M., López-Martín, F., Pino-Otín, M. R., & López-Moreno, J. I. (2014). Impacts of climate change on ski industry. *Environmental Science & Policy*, *44*, 51-61. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.07.003

Gilani, H. R., Innes, J. L., & De Grave, A. (2018). The effects of seasonal business diversification of British Columbia ski resorts on forest management. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *23*, 51-58. https://doi.org/10.1016/j.jort.2018.07.005

Gilbert, A., Vincent, C., Gagliardini, O., Krug, J., & Berthier, E. (2015). Assessment of thermal change in cold avalanching glaciers in relation to climate warming. *Geophysical Research Letters*, *42*(15), 6382-6390. https://doi.org/10.1002/2015GL064838

Gilbert, A., Vincent, C., Wagnon, P., Thibert, E., & Rabatel, A. (2012). The influence of snow cover thickness on the thermal regime of Tête Rousse Glacier (Mont-Blanc range, 3200 m a.s.l.) : Consequences for outburst flood hazards and glacier response to climate change. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, *117*(F4). https://doi.org/10.1029/2011JF002258

GLAMOS-Glacier Monitoring Switzerland. (2019). *Swiss Glacier Length Change (release 2019)* [..Csv,.zip]. GLAMOS - Glacier Monitoring Switzerland; Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW), ETH Zürich, Switzerland; Department of Geosciences, University of Fribourg, Switzerland; Department of Geography, University of Zürich, Switzerland. https://doi.org/10.18750/LENGTHCHANGE.2019.R2019

Glueer, F., Loew, S., & Manconi, A. (2020). Paraglacial history and structure of the Moosfluh Landslide (1850–2016), Switzerland. *Geomorphology*, *355*, 106677. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.02.021

Glueer, F., Loew, S., Manconi, A., & Aaron, J. (2019). From Toppling to Sliding: Progressive Evolution of the Moosfluh Landslide, Switzerland. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, *124*(12), 2899-2919. https://doi.org/10.1029/2019JF005019

Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J., & Stoffel, M. (2014). 21st century climate change in the European Alps—A review. *Science of The Total Environment*, *493*, 1138-1151. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.050

Godard, O. (2010). Cette ambiguë adaptation au changement climatique, Abstract. *Natures Sciences Sociétés*, *18*(3), 287-297.

Goldberg, J. A., Marshall, N. A., Birtles, A., Case, P., Curnock, M. I., & Gurney, G. G. (2018). On the relationship between attitudes and environmental behaviors of key Great Barrier Reef user groups. *Ecology and Society*, *23*(2). JSTOR. https://doi.org/10.2307/26799088

Goldenberg, M. A., Klenosky, D. B., O'Leary, J. T., & Templin, T. J. (2000). A Means-End Investigation of Ropes Course Experiences. *Journal of Leisure Research*, *32*(2), 208-224. https://doi.org/10.1080/00222216.2000.11949914

Gonseth, C. (2013). Impact of snow variability on the Swiss winter tourism sector: Implications in an era of climate change. *Climatic Change*, *119*(2), 307-320. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0718-3

Gössling, S., Broderick, J., Upham, P., Ceron, J.-P., Dubois, G., Peeters, P., & Strasdas, W. (2007). Voluntary Carbon Offsetting Schemes for Aviation: Efficiency, Credibility and Sustainable Tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, *15*(3), 223-248. https://doi.org/10.2167/jost758.0

Gössling, S., & Scott, D. (2018). The decarbonisation impasse: Global tourism leaders' views on climate change mitigation. *Journal of Sustainable Tourism*, *26*(12), 2071-2086. https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1529770

Gössling, S., Scott, D., Hall, C. M., Ceron, J.-P., & Dubois, G. (2012). Consumer behaviour and demand response of tourists to climate change. *Annals of Tourism Research*, *39*(1), 36-58. https://doi.org/10.1016/j.annals.2011.11.002

Grandgirard, V. (1997). Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel : La mémoire de la Terre est notre mémoire. *Geographica Helvetica*, *52*(2), 47-56. https://doi.org/10.5194/gh-52-47-1997

Grimm, P. (2010). Social Desirability Bias. In J. Sheth & N. Malhotra (Éds.), *Wiley International Encyclopedia of Marketing* (p. wiem02057). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781444316568.wiem02057

Groshong, L., Stanis, S. W., Morgan, M., & Li, C. J. (2020). Place Attachment, Climate Friendly Behavior, and Support for Climate Friendly Management Action among State Park Visitors. *Environmental Management*, *65*(1), 98-110. https://doi.org/10.1007/s00267-019-01229-9

Groulx, M., Boluk, K., Lemieux, C. J., & Dawson, J. (2019). Place stewardship among last chance tourists. *Annals of Tourism Research*, *75*, 202-212. https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.01.008

Groulx, M., Lemieux, C., Dawson, J., Stewart, E., & Yudina, O. (2016a). Motivations to engage in last chance tourism in the Churchill Wildlife Management Area and Wapusk National Park: The role of place identity and nature relatedness. *Journal of Sustainable Tourism*, *24*(11), 1523-1540. https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1134556

Groulx, M., Lemieux, C. J., Lewis, J. L., & Brown, S. (2016b). Understanding consumer behaviour and adaptation planning responses to climate-driven environmental change in Canada's parks and protected areas: A climate futurescapes approach. *Journal of*

*Environmental Planning and Management*, *60*(6), 1016-1035. https://doi.org/10.1080/09640568.2016.1192024

Gruber, S. (2012). Derivation and analysis of a high-resolution estimate of global permafrost zonation. *The Cryosphere*, *6*(1), 221-233. https://doi.org/10.5194/tc-6-221-2012

Gruber S. & Haeberli W. (2007). Permafrost in steep bedrock slopes and its temperature-related destabilization following climate change. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, *112*(F2). https://doi.org/10.1029/2006JF000547

Guillet, G., & Ravanel, L. (2020). Variations in surface area of six ice aprons in the Mont-Blanc massif since the Little Ice Age. *Journal of Glaciology*, *66*(259), 777-789. https://doi.org/10.1017/jog.2020.46

Gwiazdzinski, L., Cholat, F., Tritz, C., & Tuppen, J. (2019). Tourisme(s) en mouvement(s) entre adaptation, résilience et changement de paradigme. In *Tourisme(s) et Adaptation(s)* (Elya Editions, p. 17-25). https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02064504

Haeberli, W., & Beniston, M. (2021). Icy mountains in a warming world : Revisiting science from the end of the 1990s in the early 2020s. *Ambio*. https://doi.org/10.1007/s13280-021-01513-1

Haeberli, W., Buetler, M., Huggel, C., Friedli, T. L., Schaub, Y., & Schleiss, A. J. (2016). New lakes in deglaciating high-mountain regions – opportunities and risks. *Climatic Change*, *139*(2), 201-214. https://doi.org/10.1007/s10584-016-1771-5

Haeberli, W., Schaub, Y., & Huggel, C. (2017). Increasing risks related to landslides from degrading permafrost into new lakes in de-glaciating mountain ranges. *Geomorphology*, *293*, 405-417. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.02.009

Haeberli, W., & Whiteman, C. (2021). Chapter 1 - Snow and ice-related hazards, risks, and disasters : Facing challenges of rapid change and long-term commitments. In W. Haeberli & C. Whiteman (Éds.), *Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition)* (p. 1-33). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817129-5.00014-7

Hall, C. M., & Page, S. (2010). The contribution of Neil Leiper to tourism studies. *Current Issues in Tourism*, *13*(4), 299-309. https://doi.org/10.1080/13683500.2010.482652

Hall, C. M., & Saarinen, J. (2010). Last Chance to See? Future Issues fo Polar Tourism and Changes. In *Tourism and Change in Polar Regions : Climate, Environments and Experiences*. Routledge.

Hall, C. M., & Saarinen, J. (2020). 20 Years of Nordic climate change crisis and tourism research : A review and future research agenda. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, *0*(0), 1-9. https://doi.org/10.1080/15022250.2020.1823248

Halpenny, E. A. (2010). Pro-environmental behaviours and park visitors: The effect of place attachment. *Journal of Environmental Psychology*, *30*(4), 409-421. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.04.006

Harris, C., Davies, M. C. R., & Etzelmüller, B. (2001). The assessment of potential geotechnical hazards associated with mountain permafrost in a warming global climate. *Permafrost and Periglacial Processes*, *12*(1), 145-156. https://doi.org/10.1002/ppp.376

Harrison, S. J., Winterbottom, S. J., & Sheppard, C. (1999). The potential effects of climate change on the Scottish tourist industry. *Tourism Management*, *20*(2), 203-211. https://doi.org/10.1016/S0261-5177(98)00072-7

Hartmann, R., Lennon, J., Reynolds, D. P., Rice, A., Rosenbaum, A. T., & Stone, P. R. (2018). The history of dark tourism. *Journal of Tourism History*, *10*(3), 269-295. https://doi.org/10.1080/1755182X.2018.1545394

Hartmeyer, I., Delleske, R., Keuschnig, M., Krautblatter, M., Lang, A., Schrott, L., & Otto, J.-C. (2020). Current glacier recession causes significant rockfall increase: The immediate paraglacial response of deglaciating cirque walls. *Earth Surface Dynamics*, *8*(3), 729-751. https://doi.org/10.5194/esurf-8-729-2020

He, M., & Hinch, T. (2021). Climate Change Interpretation and the Leisure Experience of Participants on a Commercial Tour. *Leisure/Loisir*, *45*(1), 139-164. https://doi.org/10.1080/14927713.2021.1872407

Heimisdóttir, Þ., Sæþórsdóttir, A. D., & Gísladóttir, G. (2019). The sublime attraction of active volcanoes : An exploration of tourists' experiences during a long-distance hiking route in Iceland. *Tourist Studies*, *19*(2), 258-275. https://doi.org/10.1177/1468797619832306

Hétier, R., & Wallenhorst, N. (2021). De l'idée d'humanité comme puissance de la nature à la mise en représentation de l'Anthropocène dans les médias. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, *21*, Article 21. https://doi.org/10.4000/rfsic.10116

Hoberg, R., Kannis-Dymand, L., Mulgrew, K., Schaffer, V., & Clark, E. (2020). Humpback whale encounters: Encouraging pro-environmental behaviours. *Current Issues in Tourism*, *24*(13), 1918-1929. https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1808597

Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *4*(1), 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

Holling, C. S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, *4*(5), 390-405. https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5

Holmes, T. P., & Adamowicz, W. L. (2003). Attribute-Based Methods. In P. A. Champ, K. J. Boyle, & T. C. Brown (Éds.), *A Primer on Nonmarket Valuation* (p. 171-219). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6_6

Hose, T. A. (1995). Selling the story of Britain's stone. *Environmental interpretation*, *10*(2), 16-17.

Howard, J. (1999). Research in Progress: Does Environmental Interpretation Influence Behaviour through Knowledge or Affect? *Australian Journal of Environmental Education*, *15*, 153-156. https://doi.org/10.1017/S0814062600002731

Howard, J. A., & Sheth, J. N. (1969). *The theory of buyer behavior*. Wiley.

Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, *15*(9), 1277-1288. https://doi.org/10.1177/1049732305276687

Huang, Y., Luo, S., Ding, P., & Scott, N. (2014). Impressions of Liusanjie: A study of motivation, theatrical performance evaluation, and satisfaction. *Current Issues in Tourism*, *17*(3), 280-296. https://doi.org/10.1080/13683500.2012.733355

Hugonnet, R., McNabb, R., Berthier, E., Menounos, B., Nuth, C., Girod, L., Farinotti, D., Huss, M., Dussaillant, I., Brun, F., & Kääb, A. (2021). Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature*, *592*(7856), 726-731. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z

Hunziker, M., Buchecker, M., & Hartig, T. (2007). Space and Place – Two Aspects of the Human-landscape Relationship. In F. Kienast, O. Wildi, & S. Ghosh (Éds.), *A Changing World: Challenges for Landscape Research* (p. 47-62). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4436-6_5

Huss, M. (2012). Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: The European Alps 1900–2100. *The Cryosphere*, *6*(4), 713-727. https://doi.org/10.5194/tc-6-713-2012

Iliev, D. (2020). Consumption, motivation and experience in dark tourism: A conceptual and critical analysis. *Tourism Geographies*, *0*(0), 1-22. https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1722215

IPCC. (2014). *Climate Change 2014 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 151). Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.).

IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]* (p. 630). https://www.ipcc.ch/sr15/

IPCC. (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (p. 1203). IPCC. https://www.ipcc.ch/srocc/download-report/

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press.

Jackson, J. M. (2019). *The Secret Lives of Glaciers*. Green Writers Press.

Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S., … Yiou, P. (2014). EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, *14*(2), 563-578. https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2

Jacobsen, J. K. S. (2007). Use of Landscape Perception Methods in Tourism Studies : A Review of Photo-Based Research Approaches. *Tourism Geographies*, *9*(3), 234-253. https://doi.org/10.1080/14616680701422871

Jaggi, P. (2021). Listening to reveries: Sounds of a post-Anthropocene ecology. *Fusion Journal*. https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.716121002527191

Jeong, S., Sherman, B., & Tippins, D. J. (2021). The Anthropocene as we know it : Posthumanism, science education and scientific literacy as a path to sustainability. *Cultural Studies of Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11422-021-10029-9

Jiang, S., Scott, N., & Ding, P. (2015). Using means-end chain theory to explore travel motivation: An examination of Chinese outbound tourists. *Journal of Vacation Marketing*, *21*(1), 87-100. https://doi.org/10.1177/1356766714535599

Johnston, M., Viken, A., & Dawson, J. (2013). Firsts and lasts in Arctic tourism: Last chance tourism and the dialectic of change. In *Last Chance Tourism: Adapting Tourism Oportunitie in a Changing World* (Routledge, p. 10-24).

Joly, M., & Ungureanu, E. I. (2018). Global warming and skiing: Analysis of the future of skiing in the Aosta Valley. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 10(2) 161-171. https://doi.org/10.1108/WHATT-12-2017-0077

Jorgensen, B. S., & Stedman, R. C. (2001). Sense of Place As an Attitude: Lakeshore owners attitudes toward their properties. *Journal of Environmental Psychology*, *21*(3), 233-248. https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0226

Jorio, M. (Éd.). (2002). *Historisches Lexikon der Schweiz*. Schwabe.

Joutard, P. (1986). *L'invention du Mont-Blanc*. Gallimard/Julliard.

Jouvet, G., & Huss, M. (2019). Future retreat of Great Aletsch Glacier. *Journal of Glaciology*, *65*(253), 869-872. https://doi.org/10.1017/jog.2019.52

Jouvet, G., Huss, M., Blatter, H., Picasso, M., & Rappaz, J. (2009). Numerical simulation of Rhonegletscher from 1874 to 2100. *Journal of Computational Physics*, *228*(17), 6426-6439. https://doi.org/10.1016/j.jcp.2009.05.033

Juvan, E., & Dolnicar, S. (2014). The attitude–behaviour gap in sustainable tourism. *Annals of Tourism Research*, *48*, 76-95. https://doi.org/10.1016/j.annals.2014.05.012

Juvan, E., Ring, A., Leisch, F., & Dolnicar, S. (2016). Tourist segments' justifications for behaving in an environmentally unsustainable way. *Journal of Sustainable Tourism*, *24*(11), 1506-1522. https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1136635

Kaenzig, R., Rebetez, M., & Serquet, G. (2016). Climate change adaptation of the tourism sector in the Bolivian Andes. *Tourism Geographies*, *18*(2), 111-128.

Kahan, D. (2010). Fixing the communications failure. *Nature*, *463*(7279), 296-297. https://doi.org/10.1038/463296a

Kahan, D. M., Peters, E., Wittlin, M., Slovic, P., Ouellette, L. L., Braman, D., & Mandel, G. (2012). The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. *Nature Climate Change*, *2*(10), 732-735. https://doi.org/10.1038/nclimate1547

Kaltenborn, B. P., & Bjerke, T. (2002). Associations between Landscape Preferences and Place Attachment: A study in Røros, Southern Norway. *Landscape Research*, *27*(4), 381-396. https://doi.org/10.1080/0142639022000023943

Kamakura, W. A., & Russell, G. J. (1989). A Probabilistic Choice Model for Market Segmentation and Elasticity Structure. *Journal of Marketing Research*, *26*(4), 379-390. https://doi.org/10.1177/002224378902600401

Kämpfen, W. (1974). Remontées mécaniques et tourisme. *The Tourist Review*, *29*(1), 11-18. https://doi.org/10.1108/eb057695

Kaskitalo, C., Council, I. S. S., & UNESCO. (2015). *Rapport mondial sur les sciences sociales, 2013 : Changements environnementaux globaux*. UNESCO Publishing.

Kassarjian, H. H., & Cohen, J. B. (1965). Cognitive Dissonance and Consumer Behavior: *California Management Review*, *8(1)*, 55-64. https://doi.org/10.2307/41165660

Kates, R. W., Travis, W. R., & Wilbanks, T. J. (2012). Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(19), 7156-7161. https://doi.org/10.1073/pnas.1115521109

Kaufmann, V., Kellerer-Pirklbauer, A., Lieb, G. K., Slupetzky, H., & Avian, M. (2015). Glaciological Studies at Pasterze Glacier (Austria) Based on Aerial Photographs. In J. Li & X. Yang (Éds.), *Monitoring and Modeling of Global Changes: A Geomatics*

*Perspective* (p. 173-198). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9813-6_9

Kellerer-Pirklbauer, A. (2019). Long-term monitoring of sporadic permafrost at the eastern margin of the European Alps (Hochreichart, Seckauer Tauern range, Austria). *Permafrost and Periglacial Processes*, *30*(4), 260-277. https://doi.org/10.1002/ppp.2021

Kellerer-Pirklbauer, A., & Kulmer, B. (2019). The evolution of brittle and ductile structures at the surface of a partly debris-covered, rapidly thinning and slowly moving glacier in 1998–2012 (Pasterze Glacier, Austria). *Earth Surface Processes and Landforms*, *44*(5), 1034-1049. https://doi.org/10.1002/esp.4552

Kiliç, B., & Yozukmaz, N. (2020). A conceptual review of last chance tourism: The case of Turkey. *Tourism, 68*(3). https://doi.org/10.37741/T.68.3.6

Kim, M.-S., Kim, J., & Thapa, B. (2018). Influence of Environmental Knowledge on Affect, Nature Affiliation and Pro-Environmental Behaviors among Tourists. *Sustainability*, *10*(9), 3109. https://doi.org/10.3390/su10093109

Kim, S. S., Lee, C.-K., & Klenosky, D. B. (2003). The influence of push and pull factors at Korean national parks. *Tourism Management*, *24*(2), 169-180. https://doi.org/10.1016/S0261-5177(02)00059-6

Kirillova, K., Fu, X., Lehto, X., & Cai, L. (2014). What makes a destination beautiful? Dimensions of tourist aesthetic judgment. *Tourism Management*, *42*, 282-293. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.12.006

Klein, G., Vitasse, Y., Rixen, C., Marty, C., & Rebetez, M. (2016). Shorter snow cover duration since 1970 in the Swiss Alps due to earlier snowmelt more than to later snow onset. *Climatic Change*, *139*(3-4), 637-649. https://doi.org/10.1007/s10584-016-1806-y

Kleinginna, P. R., & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, *5*(4), 345-379. https://doi.org/10.1007/BF00992553

Klenosky, D. B. (2002). The "Pull" of Tourism Destinations: A Means-End Investigation. *Journal of Travel Research*, *40*(4), 396-403. https://doi.org/10.1177/004728750204000405

Klenosky, D. B., Gengler, C. E., & Mulvey, M. S. (1993). Understanding the Factors Influencing Ski Destination Choice: A Means-End Analytic Approach. *Journal of Leisure Research*, *25*(4), 362-379. https://doi.org/10.1080/00222216.1993.11969934

Knafou, R. (1978). Les stations intégrées de sports d'hiver des Alpes françaises : L'aménagement de la montagne à la « française ». Masson.

Knafou, R. (2021). *Réinventer le tourisme*. Éditions du Faubourg.

Knafou, R., Bruston, M., Deprest, F., Duhamel, P., Gay, J.-C., & Sacareau, I. (1997). Une approche géographique du tourisme. *L'Espace géographique*, *26*(3), 193-204. JSTOR.

Knight, J., & Harrison, S. (2014). Mountain glacial and paraglacial environments under global climate change: Lessons from the past, future directions and policy implications. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, *96*(3), 245-264. https://doi.org/10.1111/geoa.12051

Kondracki, N. L., Wellman, N. S., & Amundson, D. R. (2002). Content Analysis: Review of Methods and Their Applications in Nutrition Education. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, *34*(4), 224-230. https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60097-3

Kos, A., Amann, F., Strozzi, T., Delaloye, R., von Ruette, J., & Springman, S. (2016). Contemporary glacier retreat triggers a rapid landslide response, Great Aletsch Glacier, Switzerland: GLACIER RETREAT TRIGGERS LARGE LANDSLIDE. *Geophysical Research Letters*, *43*(24), 12,466-12,474. https://doi.org/10.1002/2016GL071708

Kraus, S. J. (1995). Attitudes and the Prediction of Behavior: A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *21*(1), 58-75. https://doi.org/10.1177/0146167295211007

Kucukergin, K. G., & Gürlek, M. (2020). 'What if this is my last chance?' : Developing a last-chance tourism motivation model. *Journal of Destination Marketing & Management*, *18*, 100491. https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2020.100491

Kühne, O. (2019). *Landscape Theories: A Brief Introduction*. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-25491-9

Laborit, H. (1985). *Éloge de la fuite*. Folio.

Lakind, A., & Adsit-Morris, C. (2018). Future Child: Pedagogy and the Post-Anthropocene. *Journal of Childhood Studies*, 43(1) 30-43. https://doi.org/10.18357/jcs.v43i1.18263

Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., & Thomas, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, *7*(1), 25-43. https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x

Lanza, S. T., & Rhoades, B. L. (2013). Latent Class Analysis: An Alternative Perspective on Subgroup Analysis in Prevention and Treatment. *Prevention Science*, *14*(2), 157-168. https://doi.org/10.1007/s11121-011-0201-1

Lardeux, P., Glasser, N. F., Holt, T., Irvine-Fynn, T. D., & Hubbard, B. P. (2015). Area and Elevation Changes of a Debris-Covered Glacier and a Clean-Ice Glacier Between 1952-2013 Using Aerial Images and Structure-from-Motion. *AGU Fall Meeting Abstracts*, *13*, C13B-0807.

Laslaz, L. (2007). *La Meije : Un haut lieu alpin*. Ed. Gap.

Laslaz, L. (2009). La protection sans la glace. L'exclusion de glaciers hors zones centrales des Parcs nationaux de la Vanoise et des Écrins et leur équipement pour le ski d'été. In *Neige et glace de montagne : Reconstitution, dynamiques, pratique.* (p. 205-220). Collection EDYTEM - Cahiers de Géographie, n°8. https://hal.archives-ouvertes.fr/halsde-00398856

Latour, B. (2015). Telling Friends from Foes in the Time of the Anthropocene. In *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis*. Routledge.

Laville, B., Thiébault, S., & Euzen, A. (2017). *L'Adaptation au changement climatique*. CNRS.

Lee, S., Jeon, S., & Kim, D. (2011). The impact of tour quality and tourist satisfaction on tourist loyalty: The case of Chinese tourists in Korea. *Tourism Management*, *32*(5), 1115-1124. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.09.016

Lee, Y.-K., Pei, F., Ryu, K., & Choi, S. (2019). Why the tripartite relationship of place attachment, loyalty, and pro-environmental behaviour matter? *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, *24*(3), 250-267. https://doi.org/10.1080/10941665.2018.1564344

Leiper, N. (1990). Tourist attraction systems. *Annals of Tourism Research*, *17*(3), 367-384. https://doi.org/10.1016/0160-7383(90)90004-B

Leiserowitz, A. (2006). Climate Change Risk Perception and Policy Preferences: The Role of Affect, Imagery, and Values. *Climatic Change*, *77*(1), 45-72. https://doi.org/10.1007/s10584-006-9059-9

Lemelin, H., Dawson, J., Stewart, E. J., Maher, P., & Lueck, M. (2010). Last-chance tourism: The boom, doom, and gloom of visiting vanishing destinations. *Current Issues in Tourism*, *13*(5), 477-493. https://doi.org/10.1080/13683500903406367

Lemelin, H., & Whipp, P. (2019). Last chance tourism: A decade in review. In D. Timothy, *Handbook of Globalisation and Tourism* (p. 316-322). Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781786431295.00039

Lemelin, R., Dawson, J., Johnston, M., Stewart, E., & Mattina, C. (2012). Résilience, appartenance et tourisme à Nain, Nunatsiavut. *Études/Inuit/Studies*, *36*(2), 35-58. https://doi.org/10.7202/1015977ar

Lemelin, R. H., Johnston, M. E., Dawson, J., Stewart, E. S., & Mattina, C. (2012). From hunting and fishing to cultural tourism and ecotourism: Examining the transitioning tourism industry in Nunavik. *The Polar Journal*, *2*(1), 39-60. https://doi.org/10.1080/2154896X.2012.679559

Lemieux, C. J., Groulx, M., Halpenny, E., Stager, H., Dawson, J., Stewart, E. J., & Hvenegaard, G. T. (2018). "The End of the Ice Age?": Disappearing World Heritage and the Climate Change Communication Imperative. *Environmental Communication*, *12*(5), 653-671. https://doi.org/10.1080/17524032.2017.1400454

Lennon, J. (2017). *Dark Tourism*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264079.013.212

Lenzen, M., Sun, Y.-Y., Faturay, F., Ting, Y.-P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change*, *8*(6), 522-528. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x

Leppard, P., Russell, C. G., & Cox, D. N. (2004). Improving means-end-chain studies by using a ranking method to construct hierarchical value maps. *Food Quality and Preference*, *15*(5), 489-497. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.09.001

Levasseur, C., Gravari-Barbas, M., & Jacquot, S. (2018). *Atlas mondial du tourisme et des loisirs : Du Grand Tour aux voyages low cost*. Éditions Autrement.

Lévy, J., & Lussault, M. (Éds.). (2013). *Dictionnaire de la géographie* (Nouvelle édition revue et augmentée). Belin.

Lew, A. A. (2014). Scale, change and resilience in community tourism planning. *Tourism Geographies*, *16*(1), 14-22. https://doi.org/10.1080/14616688.2013.864325

Lieb, G. K., & Kellerer-Pirklbauer, A. (2018). Die Pasterze, Österreichs größter Gletscher, und seine lange Messreihe in einer Ära massiven Gletscherschwundes. In A. Fischer, G. Patzelt, M. Achrainer, G. Groß, G. K. Lieb, A. Kellerer-Pirklbauer, & G. Bendler (Éds.), *Gletscher im Wandel : 125 Jahre Gletschermessdienst des Alpenvereins* (p. 31-51). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-55540-8_4

Light, D. (2017). Progress in dark tourism and thanatourism research: An uneasy relationship with heritage tourism. *Tourism Management*, *61*, 275-301. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.01.011

Lindsey, P. A., Alexander, R., Mills, M. G. L., Romañach, S., & Woodroffe, R. (2007). Wildlife Viewing Preferences of Visitors to Protected Areas in South Africa : Implications for the Role of Ecotourism in Conservation. *Journal of Ecotourism*, *6*(1), 19-33. https://doi.org/10.2167/joe133.0

Linzer, D. A., & Lewis, J. B. (2011). poLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. *Journal of Statistical Software*, *42*(1), 1-29. https://doi.org/10.18637/jss.v042.i10

Liu, X., Yang, Z., & Xie, T. (2006). Development and conservation of glacier tourist resources—A case study of Bogda Glacier Park. *Chinese Geographical Science*, *16*(4), 365-370. https://doi.org/10.1007/s11769-006-0365-y

Lothian, A. (1999). Landscape and the philosophy of aesthetics: Is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? *Landscape and Urban Planning*, *44*(4), 177-198. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00019-5

Ma, A. T. H., Chow, A. S. Y., Cheung, L. T. O., Lee, K. M. Y., & Liu, S. (2018). Impacts of Tourists' Sociodemographic Characteristics on the Travel Motivation and Satisfaction:

The Case of Protected Areas in South China. *Sustainability*, *10*(10), 3388. https://doi.org/10.3390/su10103388

Magnin, F., Brenning, A., Bodin, X., Deline, P., & Ravanel, L. (2015). Modélisation statistique de la distribution du permafrost de paroi : Application au massif du Mont-Blanc. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, *21*(2), 145-162. https://doi.org/10.4000/geomorphologie.10965

Magnin, F., Haeberli, W., Linsbauer, A., Deline, P., & Ravanel, L. (2020a). Estimating glacier-bed overdeepenings as possible sites of future lakes in the de-glaciating Mont Blanc massif (Western European Alps). *Geomorphology*, *350*, 106913. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106913

Magnin, F., Josnin, J.-Y., Ravanel, L., Pergaud, J., Pohl, B., & Deline, P. (2017). Modelling rock wall permafrost degradation in the Mont Blanc massif from the LIA to the end of the 21st century. *The Cryosphere*, *11*(4), 1813-1834. https://doi.org/10.5194/tc-11-1813-2017

Magnin, F., Pohl, B., Josnin, J.-Y., Pergaud, J., Deline, P., & Ravanel, L. (2020b). *Permafrost Degradation Pathways during the 21 st Century of High-elevated Rock Ridge in the Mont Blanc Massif*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03024323

Mair, J. (2011). Exploring air travellers' voluntary carbon-offsetting behaviour. *Journal of Sustainable Tourism*, *19*(2), 215-230. https://doi.org/10.1080/09669582.2010.517317

Manfredo, M. J., Driver, B. L., & Tarrant, M. A. (1996). Measuring Leisure Motivation: A Meta-Analysis of the Recreation Experience Preference Scales. *Journal of Leisure Research*, *28*(3), 188-213. https://doi.org/10.1080/00222216.1996.11949770

Mann, M. E., Zhang, Z., Rutherford, S., Bradley, R. S., Hughes, M. K., Shindell, D., Ammann, C., Faluvegi, G., & Ni, F. (2009). Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science*, *326*(5957), 1256-1260. https://doi.org/10.1126/science.1177303

Manning, R. (2001). Visitor Experience and Resource Protection: A Framework for Managing the Carrying Capacity of National Parks. *Journal of Park and Recreation Administration*, *19*(1). https://js.sagamorepub.com/jpra/article/view/1586

Marcer, M., Bodin, X., Brenning, A., Schoeneich, P., Charvet, R., & Gottardi, F. (2017). Permafrost Favorability Index: Spatial Modeling in the French Alps Using a Rock Glacier Inventory. *Frontiers in Earth Science*, *5*. 105-115 https://doi.org/10.3389/feart.2017.00105

Marmy, A., Rajczak, J., Delaloye, R., Hilbich, C., Hoelzle, M., Kotlarski, S., Lambiel, C., Noetzli, J., Phillips, M., Salzmann, N., Staub, B., & Hauck, C. (2016). Semi-automated calibration method for modelling of mountain permafrost evolution in Switzerland. *The Cryosphere*, *10*(6), 2693-2719. https://doi.org/10.5194/tc-10-2693-2016

Marschall, S., Granquist, S. M., & Burns, G. L. (2017). Interpretation in wildlife tourism: Assessing the effectiveness of signage on visitor behaviour at a seal watching site in Iceland. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *17*, 11-19. https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.11.001

Martin, B. (2011). *Analyse diachronique couverture détritique supraglaciaire de la Mer de Glace (Massif du Mont-Blanc), de1939 à 2008* [Master Thesis]. Université Savoie Mont-Blanc.

Martin, R. (2010). Roepke Lecture in Economic Geography—Rethinking Regional Path Dependence : Beyond Lock-in to Evolution. *Economic Geography*, *86*(1), 1-27. https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2009.01056.x

Martin, L., White, M. P., Hunt, A., Richardson, M., Pahl, S., & Burt, J. (2020). Nature contact, nature connectedness and associations with health, wellbeing and pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology*, *68*, 101389. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101389

Mathieu, J.-P. (1991). *Dictionnaire de physique* (Masson).

Matthews, J. A., & Briffa, K. R. (2005). The 'little ice age' : Re-evaluation of an evolving concept. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, *87*(1), 17-36. https://doi.org/10.1111/j.0435-3676.2005.00242.x

Mayer, M., Demiroglu, O. C., & Ozcelebi, O. (2018). Microclimatic Volatility and Elasticity of Glacier Skiing Demand. *Sustainability*, *10*(10), 3536.

Mazac, R., & Tuomisto, H. L. (2020). The Post-Anthropocene Diet: Navigating Future Diets for Sustainable Food Systems. *Sustainability*, *12*(6), 2355. https://doi.org/10.3390/su12062355

McDowell, G., Huggel, C., Frey, H., Wang, F. M., Cramer, K., & Ricciardi, V. (2019). Adaptation action and research in glaciated mountain systems: Are they enough to meet the challenge of climate change? *Global Environmental Change*, *54*, 19-30. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.10.012

McIntosh, A. J., & Thyne, M. A. (2005). Understanding tourist behavior using Means-End Chain theory. *Annals of Tourism Research*, *32*(1), 259-262.

McLennan, C. J., Becken, S., Battye, R., & So, K. K. F. (2014). Voluntary carbon offsetting: Who does it? *Tourism Management*, *45*(C), 194-198.

Mehmetoglu, M. (2007). Nature-Based Tourism: A Contrast to Everyday Life. *Journal of Ecotourism*, *6*(2), 111-126. https://doi.org/10.2167/joe168.0

Mercier, D. (2010). *La géomorphologie paraglaciaire. Analyse de crises érosives d'origine climatique dans les environnements englacés et sur leurs marges* [Thesis, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00613729

Mercier, D. (2011). *La géomorphologie paraglaciaire*. Univ Européenne.

Metag, J. (2020). Climate change visuals: A review of their effects on cognition, emotion and behaviour. In *Research Handbook on Communicating Climate Change* (in David C. Holmes and Lucy M. Richardson, p. 153-160). Edward Elgar Publishing. https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781789900392/9781789900392.00025.xml

Metro-Roland, M. M., & Soica, S. (2018). Emotional landscapes. In *The Routledge Companion to Landscape Studies*. Routledge.

Mévillot, E. (1995). Une image identitaire alpine à travers les récits de voyages, XVIIIe-XIXe siècles. L'exemple du Valais (Suisse) / Constructing an image of the Alps through travellers' tales of the 18th and 19th centuries: The example of Valais, Switzerland. *Revue de Géographie Alpine*, *83*(1), 67-87. https://doi.org/10.3406/rga.1995.3791

Miller, L. B., Hallo, J. C., Dvorak, R. G., Fefer, J. P., Peterson, B. A., & Brownlee, M. T. J. (2020). On the edge of the world: Examining pro-environmental outcomes of last chance tourism in Kaktovik, Alaska. *Journal of Sustainable Tourism*, *28*(11), 1703-1722. https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1720696

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, *6*(7), e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to Linear Regression Analysis*. John Wiley & Sons.

Mora, C., Spirandelli, D., Franklin, E. C., Lynham, J., Kantar, M. B., Miles, W., Smith, C. Z., Freel, K., Moy, J., Louis, L. V., Barba, E. W., Bettinger, K., Frazier, A. G., Colburn Ix, J. F., Hanasaki, N., Hawkins, E., Hirabayashi, Y., Knorr, W., Little, C. M., … Hunter, C. L. (2018). Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions. *Nature Climate Change*, *8*(12), 1062-1071. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0315-6

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*, *16*(2), 165-174. https://doi.org/10.4000/geomorphologie.7901

Morgan, D. L. (2021). *Integrating Qualitative and Quantitative Methods: A Pragmatic Approach* (Par pages 25-44). SAGE Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781544304533

Morin, E. (1980). *La méthode, tome 2 : La Vie de la vie* (Vol. 2). Seuil.

Moser, S. C. (2016). Reflections on climate change communication research and practice in the second decade of the 21st century: What more is there to say? *WIREs Climate Change*, *7*(3), 345-369. https://doi.org/10.1002/wcc.403

Mourey, J. (2019). *L'alpinisme à l'épreuve du changement climatique. Évolution géomorphologique des itinéraires, impacts sur la pratique estivale et outils d'aide à la décision dans le massif du Mont-Blanc.* [These en préparation, Université Grenoble Alpes (ComUE)]. http://www.theses.fr/s162537

Mourey, J., Lacroix, P., Duvillard, P.-A., Marsy, G., Marcer, M., Ravanel, L., & Malet, E. (2021). Rockfall and vulnerability of mountaineers on the west face of the Aiguille du Goûter (classic route up Mont Blanc, France), an interdisciplinary study. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 1-29. https://doi.org/10.5194/nhess-2021-128

Mourey, J., Marcuzzi, M., Ravanel, L., & Pallandre, F. (2019a). Effects of climate change on high Alpine mountain environments: Evolution of mountaineering routes in the Mont Blanc massif (Western Alps) over half a century. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, *51*(1), 176-189. https://doi.org/10.1080/15230430.2019.1612216

Mourey, J., Perrin-Malterre, C., & Ravanel, L. (2020). Strategies used by French Alpine guides to adapt to the effects of climate change. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *29*, 100278. https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100278

Mourey, J., & Ravanel, L. (2017). Évolution des itinéraires d'accès aux refuges du bassin de la Mer de Glace (massif du Mont-Blanc, France). *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, *105*(4). https://doi.org/10.4000/rga.3780

Mourey, J., Ravanel, L., Lambiel, C., Strecker, J., & Piccardi, M. (2019b). Access routes to high mountain huts facing climate-induced environmental changes and adaptive strategies in the Western Alps since the 1990s. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, *73*(4), 215-228. https://doi.org/10.1080/00291951.2019.1689163

Naald, B. V. (2019). Examining tourist preferences to slow glacier loss: Evidence from Alaska. *Tourism Recreation Research*, *45*(1), 107-117. https://doi.org/10.1080/02508281.2019.1606978

Nepal, S. K., & Chipeniuk, R. (2005). Mountain Tourism: Toward a Conceptual Framework. *Tourism Geographies*, *7*(3), 313-333. https://doi.org/10.1080/14616680500164849

Neukom, R., Steiger, N., Gómez-Navarro, J. J., Wang, J., & Werner, J. P. (2019). No evidence for globally coherent warm and cold periods over the preindustrial Common Era. *Nature*, *571*(7766), 550-554. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1401-2

Newsome, D., & Dowling, R. K. (2010). Setting an agenda for geotourism. In D. Newsome & R. K. Dowling (Éds.), *Geotourism: The tourism of geology and landscape*. Goodfellow Publishers Limited. https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/2601/

Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Murphy, S. A. (2009). The Nature Relatedness Scale: Linking Individuals' Connection With Nature to Environmental Concern and Behavior. *Environment and Behavior*, *41*(5), 715-740. https://doi.org/10.1177/0013916508318748

Nishimura, D., Sugiyama, S., Bauder, A., & Funk, M. (2013). Changes in Ice-Flow Velocity and Surface Elevation from 1874 to 2006 in Rhonegletscher, Switzerland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, *45*(4), 552-562. https://doi.org/10.1657/1938-4246-45.4.552

Notaro, S., Grilli, G., & Paletto, A. (2019). The role of emotions on tourists' willingness to pay for the Alpine landscape: A latent class approach. *Landscape Research*, *44*(6), 743-756. https://doi.org/10.1080/01426397.2018.1513129

Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric methods* (NY: McGraw Hill).

Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory*. McGraw-Hill, Inc, New York.

Nussbaumer, S., Zumbühl, H., & Steiner, D. (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 ZGG*, 5-175.

Nyaupane, G. P., & Chhetri, N. (2009). Vulnerability to Climate Change of Nature-Based Tourism in the Nepalese Himalayas. *Tourism Geographies*, *11*(1), 95-119. https://doi.org/10.1080/14616680802643359

Ólafsdóttir, R., & Tverijonaite, E. (2018). Geotourism: A Systematic Literature Review. *Geosciences*, *8*(7), 234. https://doi.org/10.3390/geosciences8070234

Oliver, R. L. (1980). A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. *Journal of Marketing Research*, *17*(4), 460-469. https://doi.org/10.1177/002224378001700405

Olwig, K. R. (1996). Recovering the Substantive Nature of Landscape. *Annals of the Association of American Geographers*, *86*(4), 630-653. https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1996.tb01770.x

Onida, M. (2010). The alpine convention as an instrument for regional policy. *Regions Magazine*, *280*(1), 16-18. https://doi.org/10.1080/13673882.2010.9668764

Oren, G., Shani, A., & Poria, Y. (2021). Dialectical emotions in a dark heritage site : A study at the Auschwitz Death Camp. *Tourism Management*, *82*, 104194. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104194

Orians, G. H. (1980). *Habitat selection: General theory and applications to human behavior. Em The evolution of human social behavior*. Elsevier Science Ltd.

Panizza, M. (2001). Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, *46*(1), 4-5. https://doi.org/10.1007/BF03187227

Patton, A. I., Rathburn, S. L., & Capps, D. M. (2019). Landslide response to climate change in permafrost regions. *Geomorphology*, *340*, 116-128. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.04.029

Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods. Thousand Oaks. *Cal.: Sage Publications*, *4*.

Pearce, D. G. (1984). Tourism and Planning in the Southern Alps of New Zealand. *Tourism Recreation Research*, *9*(2), 15-20. https://doi.org/10.1080/02508281.1984.11015139

Pelling, M. (2011). *Adaptation to climate change: From resilience to transformation*. Routledge.

Peng, X., Zhang, T., Frauenfeld, O. W., Wang, K., Luo, D., Cao, B., Su, H., Jin, H., & Wu, Q. (2018). Spatiotemporal Changes in Active Layer Thickness under Contemporary and Projected Climate in the Northern Hemisphere. *Journal of Climate*, *31*(1), 251-266. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0721.1

Perrin, P. (1965). Le chemin de fer en Valais (1850-1963). *Annales valaisannes : bulletin trimestriel de la Société d'histoire du Valais romand*, *13*, 307-324.

Peyaud, V., Bouchayer, C., Gagliardini, O., Vincent, C., Gillet-Chaulet, F., Six, D., & Laarman, O. (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 Discussions*, 1-24. https://doi.org/10.5194/tc-2020-75

Piai, C., & Salim, E. (2020). Are great touristic sites vectors of sustainability? Insights from two French mounting areas' case studies (Montenvers-Mer-de-glace and Bibracte-Mont Beuvray). In *Sostenibilidad Turística: Overtourism vs undertourism.* (Pons, G.X., Blanco-Romero, A., Navalón, R., Troitiño, L. and Blázquez-Salom, M. (eds.)., p. 171-186). Mon. Soc. Hist. Nat. Balears.

Pickering, C., & Byrne, J. (2014). The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early-career researchers. *Higher Education Research & Development*, *33*(3), 534-548. https://doi.org/10.1080/07294360.2013.841651

Pickering, C., Grignon, J., Steven, R., Guitart, D., & Byrne, J. (2015). Publishing not perishing : How research students transition from novice to knowledgeable using systematic quantitative literature reviews. *Studies in Higher Education*, *40*(10), 1756-1769. https://doi.org/10.1080/03075079.2014.914907

Pieters, R., Baumgartner, H., & Allen, D. (1995). A means-end chain approach to consumer goal structures. *International Journal of Research in Marketing*, *12*(3), 227-244. https://doi.org/10.1016/0167-8116(95)00023-U

Piggott-McKellar, A. E., & McNamara, K. E. (2017). Last chance tourism and the Great Barrier Reef. *Journal of Sustainable Tourism*, *25*(3), 397-415. https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1213849

Planton, S., Bopp, L., Brun, E., Cattiaux, J., Chauvin, F., Chevallier, M., Ciais, P., Douville, H., Giraud, G., Soubeyroux, J.-M., & Terray, L. (2015). Évolution du climat depuis 1850. *La Météorologie*, *8*(88), 48. https://doi.org/10.4267/2042/56361

Pohl, B., Joly, D., Pergaud, J., Buoncristiani, J.-F., Soare, P., & Berger, A. (2019). Huge decrease of frost frequency in the Mont-Blanc Massif under climate change. *Scientific Reports*, *9*(1), 4919. https://doi.org/10.1038/s41598-019-41398-5

Poria, Y., Butler, R., & Airey, D. (2004). The Meanings of Heritage Sites For Tourists: The Case of Massada. *Tourism Analysis*, *9*(1), 15-22. https://doi.org/10.3727/1083542041437549

Porteous, J. D. (1990). Landscapes of the Mind: Worlds of Sense and Metaphor. In *Landscapes of the Mind*. University of Toronto Press. https://toronto.degruyter.com/view/title/562779

Powell, R. B., & Ham, S. H. (2008). Can Ecotourism Interpretation Really Lead to Pro-Conservation Knowledge, Attitudes and Behaviour? Evidence from the Galapagos Islands. *Journal of Sustainable Tourism*, *16*(4), 467-489. https://doi.org/10.1080/09669580802154223

Pralong, J. (2006). Geotourism: A new Form of Tourism utilising natural Landscapes and based on Imagination and Emotion. *Tourism Review*, *61*(3), 20-25. https://doi.org/10.1108/eb058476

Prentice, R. C. (1993). *Tourism and heritage attractions*. Routledge.

Price, R. J. (1969). Moraines, Sandar, Kames and Eskers near Breidamerkurjökull, Iceland. *Transactions of the Institute of British Geographers*, *46*, 17-43. https://doi.org/10.2307/621406

Prideaux, B., & McNamara, K. E. (2013). Turning a Global Crisis into a Tourism Opportunity : The Perspective from Tuvalu. *International Journal of Tourism Research*, *15*(6), 583-594. https://doi.org/10.1002/jtr.1883

Purcell, A. T., Lamb, R. J., Mainardi Peron, E., & Falchero, S. (1994). Preference or preferences for landscape? *Journal of Environmental Psychology*, *14*(3), 195-209. https://doi.org/10.1016/S0272-4944(94)80056-1

Purdie, H. (2013). Glacier Retreat and Tourism: Insights from New Zealand. *Mountain Research and Development*, *33*(4), 463-472. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00073.1

Purdie, H., Gomez, C., & Espiner, S. (2015). Glacier recession and the changing rockfall hazard: Implications for glacier tourism. *New Zealand Geographer*, *71*(3), 189-202. https://doi.org/10.1111/nzg.12091

Purdie, H., Hutton, J. H., Stewart, E., & Espiner, S. (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. https://doi.org/10.1016/j.jort.2019.100235

Purdie, H., & Kerr, T. (2018). Aoraki Mount Cook: Environmental Change on an Iconic Mountaineering Route. *Mountain Research and Development*, *38*(4), 364. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-18-00042.1

Ramkissoon, H., Smith, L. D. G., & Weiler, B. (2013). Relationships between place attachment, place satisfaction and pro-environmental behaviour in an Australian national park. *Journal of Sustainable Tourism*, *21*(3), 434-457. https://doi.org/10.1080/09669582.2012.708042

Ramkissoon, H., Weiler, B., & Smith, L. D. G. (2012). Place attachment and pro-environmental behaviour in national parks: The development of a conceptual framework. *Journal of Sustainable Tourism*, *20*(2), 257-276. https://doi.org/10.1080/09669582.2011.602194

Rangecroft, S., Suggitt, A. J., Anderson, K., & Harrison, S. (2016). Future climate warming and changes to mountain permafrost in the Bolivian Andes. *Climatic Change*, *137*(1), 231-243. https://doi.org/10.1007/s10584-016-1655-8

Rangwala, I., & Miller, J. R. (2012). Climate change in mountains: A review of elevation-dependent warming and its possible causes. *Climatic Change*, *114*(3-4), 527-547. https://doi.org/10.1007/s10584-012-0419-3

Rasmussen, M. B. (2018). Rewriting conservation landscapes: Protected areas and glacial retreat in the high Andes. *Regional Environmental Change*. 19. 1371-1385 https://doi.org/10.1007/s10113-018-1376-9

Rasul, G., Pasakhala, B., Mishra, A., & Pant, S. (2019). Adaptation to mountain cryosphere change: Issues and challenges. *Climate and Development*, *12*(4), 297-309. https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1617099

Raup, B., Racoviteanu, A., Khalsa, S. J. S., Helm, C., Armstrong, R., & Arnaud, Y. (2007). The GLIMS geospatial glacier database: A new tool for studying glacier change. *Global and Planetary Change*, *56*(1-2), 101-110. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.07.018

Ravanel, L. (2010). *Caractérisation, facteurs et dynamiques des écroulements rocheux dans les parois à permafrost du massif du Mont-Blanc*. [Thèse de doctorat]. COMUE Chambéry. http://www.theses.fr/2010CHAMS042

Ravanel, L., & Deline, P. (2008). La face ouest des Drus (massif du Mont-Blanc) : Évolution de l'instabilité d'une paroi rocheuse dans la haute montagne alpine depuis la fin du petit âge glaciaire. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, *14*(4), 261-272. https://doi.org/10.4000/geomorphologie.7444

Ravanel, L., & Deline, P. (2011). Climate influence on rockfalls in high-Alpine steep rockwalls: The north side of the Aiguilles de Chamonix (Mont Blanc massif) since the end of the

'Little Ice Age'. *The Holocene*, *21*(2), 357-365. https://doi.org/10.1177/0959683610374887

Ravanel, L., & Deline, P. (2015). Rockfall Hazard in the Mont Blanc Massif Increased by the Current Atmospheric Warming. In G. Lollino, A. Manconi, J. Clague, W. Shan, & M. Chiarle (Éds.), *Engineering Geology for Society and Territory—Volume 1* (p. 425-428). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09300-0_81

Ravanel, L., Duvillard, P.-A., Jaboyedoff, M., & Lambiel, C. (2018). Recent evolution of an ice-cored moraine at the Gentianes Pass, Valais Alps, Switzerland. *Land Degradation & Development*. *29*(10). 3693-3707. https://doi.org/10.1002/ldr.3088

Ravanel, L., Magnin, F., & Deline, P. (2017a). Impacts of the 2003 and 2015 summer heatwaves on permafrost-affected rock-walls in the Mont Blanc massif. *Science of The Total Environment*, *609*, 132-143. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.055

Ravanel, L., Malet, E., & Batoux, P. (2017b). *Multi-parameter monitoring of the construction and evolution of a snow bridge over a crevasse on an Alpine glacier*. *19*, 10110.

Raymond, C. M., Brown, G., & Weber, D. (2010). The measurement of place attachment : Personal, community, and environmental connections. *Journal of Environmental Psychology*, *30*(4), 422-434. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.08.002

Reichler, C. (2013). *Les Alpes et leurs imagiers : Voyage et histoire du regard*. Presses polytechniques et universitaires romandes.

Rey, A. (2012). *Le Dictionnaire Historique de la langue française—Coffret 3 volumes* (New). Le Robert.

Reynard, E. (2005). Géomorphosites et paysages. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, *11*(3), 181-188. https://doi.org/10.4000/geomorphologie.338

Reynard, E. (2009). Geomorphosites: Definitions and characteristics. In *Geomorphosites* (Reynard, Coratza et Regolini-Bissig (dir.), p. 9-20). Pfeil Verlag.

Reynard, E. (2021). Geomorphosites: Esthetic Landscape Features or Earth History Heritage? In *The Geotourism Industry in the 21st Century: The Origin, Principles, and Futuristic Approach* (NIKŪ'Ī ṢADRĪ (dir.), p. 147-167). Apple Academic Press.

Reynard, E., & Panizza, M. (2005). Geomorphosites: Definition, assessment and mapping. An introduction. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, *11*(3), 177-180.

Ritter, F., Fiebig, M., & Muhar, A. (2012). Impacts of Global Warming on Mountaineering: A Classification of Phenomena Affecting the Alpine Trail Network. *Mountain Research and Development*, *32*(1), 4-15. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00036.1

Roberts, C., & Stone, P. (2014). *Dark Tourism and Dark Heritage: Emergent Themes, Issues and Consequences* (I. Convery, G. Corsane, & P. Davis, Éds.). The Boydell Press. https://boydellandbrewer.com/displaced-heritage.html

Roe, G. H., Baker, M. B., & Herla, F. (2017). Centennial glacier retreat as categorical evidence of regional climate change. *Nature Geoscience*, *10*(2), 95-99. https://doi.org/10.1038/ngeo2863

Roemer, J. M., & Vaske, J. J. (2014). National park service visitor satisfaction: A comparative analysis. *Journal of Park and Recreation Administration*, *32*(4), 35-51.

Rosselló-Nadal, J., Riera-Font, A., & Cárdenas, V. (2011). The impact of weather variability on British outbound flows. *Climatic Change*, *105*(1), 281-292. https://doi.org/10.1007/s10584-010-9873-y

Roy, P.-L. (2004). *L'Aiguille du Midi et l'invention du téléphérique*. Glénat.

Saillard, E. K. (2011). Systematic Versus Interpretive Analysis with Two CAQDAS Packages: NVivo and MAXQDA. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, *12*(1). https://doi.org/10.17169/fqs-12.1.1518

Salim, E. (2020). Nouvelle-Zélande : Le tourisme glaciaire face aux évolutions climatiques. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*. http://journals.openedition.org/rga/6824

Salim, E. (2022). Glacier tourism and Climate change in Switzerland. *in Handbook of Niche Tourism.* (Novelli, M. *et al.,* (Eds)). Edward Elgard Publishing

Salim, E., Gauchon, C., & Ravanel, L. (2021a). Voir la glace. Tour d'horizon des sites touristiques glaciaires alpins, entre post- et hyper-modernités. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*. http://journals.openedition.org/rga/8358

Salim, E., Mabboux, L., Ravanel, L., Deline, P., & Gauchon, C. (2021b). A history of tourism at the Mer de Glace: Adaptations of glacier tourism to glacier fluctuations since 1741. *Journal of Mountain Science*, *18*(8), 1977-1994. https://doi.org/10.1007/s11629-021-6723-5

Salim, E., Mayer, M., Sacher, P. J., Ravanel, L. (2022a). Visitors' motivations to engage in glacier tourism in the European Alps – a comparison of six glacier tourism sites in France, Switzerland and Austria. *Journal of Sustainable Tourism*

Salim, E., Mourey, J., Ravanel, L., Picco, P., & Gauchon, C. (2019). Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique. Quelles perceptions et stratégies d'adaptation au pied du Mont-Blanc ? *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*. 107(4). http://journals.openedition.org/rga/5842

Salim, E., & Ravanel, L. (2020). Last chance to see the ice: Visitor motivation at Montenvers-Mer-de-Glace, French Alps. *Tourism Geographies*, 1-23. https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1833971

Salim, E., Ravanel, L., Bourdeau, P., & Deline, P. (2021e). Glacier tourism and climate change: Effects, adaptations, and perspectives in the Alps. *Regional Environmental Change*, *21*(4), 120. https://doi.org/10.1007/s10113-021-01849-0

Salim, E., Ravanel, L., Deline, P. (2022b). Does witnessing the effects of climate change on glacial landscapes increase pro-environmental behaviour intentions? an empirical study of a last-chance destination. *Current Issues in Tourism.* https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2044291

Salim, E., Ravanel, L., Deline, P., & Gauchon, C. (2021c). A review of melting ice adaptation strategies in the glacier tourism context. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, *21*(2), 229-246. https://doi.org/10.1080/15022250.2021.1879670

Salim, E., Ravanel, L., & Gauchon, C. (2021d). Aesthetic perceptions of the landscape of a shrinking glacier: Evidence from the Mont Blanc massif. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *35*, 100411. https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100411

Salvatierra, J., & Walters, G. (2017). The impact of human-induced environmental destruction on destination image perception and travel behaviour: The case of Australia's Great Barrier Reef. *Journal of Vacation Marketing*, *23*(1), 73-84. https://doi.org/10.1177/1356766715626966

Schaefli, B., Manso, P., Fischer, M., Huss, M., & Farinotti, D. (2019). The role of glacier retreat for Swiss hydropower production. *Renewable Energy*, *132*, 615-627. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.104

Schweinsberg, S., Darcy, S., & Beirman, D. (2020). 'Climate crisis' and 'bushfire disaster' : Implications for tourism from the involvement of social media in the 2019–2020 Australian bushfires. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, *43*, 294-297. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.03.006

Scott, D. (2021). Sustainable Tourism and the Grand Challenge of Climate Change. *Sustainability*, *13*(4), 1966. https://doi.org/10.3390/su13041966

Scott, D., Dawson, J., & Jones, B. (2008). Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation– tourism sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *13*(5-6), 577-596. https://doi.org/10.1007/s11027-007-9136-z

Scott, D., de Freitas, C., & Matzarakis, A. (2009). Adaptation in the Tourism and Recreation Sector. In K. L. Ebi, I. Burton, & G. R. McGregor (Éds.), *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change* (p. 171-194). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8921-3_8

Scott, D., Gössling, S., & Hall, C. M. (2012). International tourism and climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *3*(3), 213-232. https://doi.org/10.1002/wcc.165

Scott, D., Hall, C. M., & Gössling, S. (2019). Global tourism vulnerability to climate change. *Annals of Tourism Research*, *77*, 49-61. https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.05.007

Scott, D., Jones, B., & Konopek, J. (2007). Implications of climate and environmental change for nature-based tourism in the Canadian Rocky Mountains: A case study of Waterton

Lakes National Park. *Tourism Management*, *28*(2), 570-579. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2006.04.020

Scott, D., & Lemieux, C. (2010). Weather and Climate Information for Tourism. *Procedia Environmental Sciences*, *1*, 146-183. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.09.011

Scott, D., Steiger, R., Dannevig, H., & Aall, C. (2020). Climate change and the future of the Norwegian alpine ski industry. *Current Issues in Tourism*, *23*(19), 2396-2409. https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1608919

Seaton, A. V. (1996). Guided by the dark: From thanatopsis to thanatourism. *International Journal of Heritage Studies*, *2*(4), 234-244. https://doi.org/10.1080/13527259608722178

Semenza, J. C., Hall, D. E., Wilson, D. J., Bontempo, B. D., Sailor, D. J., & George, L. A. (2008). Public Perception of Climate Change: Voluntary Mitigation and Barriers to Behavior Change. *American Journal of Preventive Medicine*, *35*(5), 479-487. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.020

Sheppard, S. R. J. (2005). Landscape visualisation and climate change: The potential for influencing perceptions and behaviour. *Environmental Science & Policy*, *8*(6), 637-654. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2005.08.002

Shi, J., Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2015). Public Perception of Climate Change: The Importance of Knowledge and Cultural Worldviews. *Risk Analysis*, *35*(12), 2183-2201. https://doi.org/10.1111/risa.12406

Simonet, G. (2009). Le concept d'adaptation : Polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques. *Natures Sciences Sociétés*, *17*(4), 392-401. https://doi.org/10.1051/nss/2009061

Simonet, G. (2015). Une brève histoire de l'adaptation : L'évolution conceptuelle au fil des rapports du GIEC (1990-2014). *Natures Sciences Sociétés*, *23*, 52-64. https://doi.org/10.1051/nss/2015018

Smith, K. (1990). Tourism and climate change. *Land Use Policy*, *7*(2), 176-180. https://doi.org/10.1016/0264-8377(90)90010-V

Sommer, C., Malz, P., Seehaus, T. C., Lippl, S., Zemp, M., & Braun, M. H. (2020). Rapid glacier retreat and downwasting throughout the European Alps in the early 21 st century. *Nature Communications*, *11*(1), 3209. https://doi.org/10.1038/s41467-020-16818-0

Spandre, P., François, H., Verfaillie, D., Lafaysse, M., Déqué, M., Eckert, N., George, E., & Morin, S. (2019). Climate controls on snow reliability in French Alps ski resorts. *Scientific Reports*, *9*(1), 8043. https://doi.org/10.1038/s41598-019-44068-8

Spandre, P., François, H., Verfaillie, D., Pons, M., Vernay, M., Lafaysse, M., George, E., & Morin, S. (2019). Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French

Alps : Relevance of snowmaking as a technical adaptation. *Cryosphere*, *13*, 1325-1347. https://doi.org/10.5194/tc-13-1325-2019

Spilmont, J.-P. (2014). *Jacques Balmat, héros du mont Blanc* (Nouvelle éd). Éditions Guérin.

Stedman, R. C. (2016). Subjectivity and social-ecological systems: A rigidity trap (and sense of place as a way out). *Sustainability Science*, *11*(6), 891-901. https://doi.org/10.1007/s11625-016-0388-y

Steiger, R., & Abegg, B. (2013). The Sensitivity of Austrian Ski Areas to Climate Change. *Tourism Planning & Development*, *10*(4), 480-493. https://doi.org/10.1080/21568316.2013.804431

Steiger, R., & Scott, D. (2020). Ski tourism in a warmer world: Increased adaptation and regional economic impacts in Austria. *Tourism Management*, *77*, 104032. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.104032

Sternberg, R. (2010). Hydropower's future, the environment, and global electricity systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(2), 713-723. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.08.016

Stevens, J. P. (2012). Exploratory and confirmatory factor analysis. In *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences, Fifth Edition* (Stevens James P., p. 337-406). Routledge.

Stewart, E. J., Welling, J. T., Espiner, S., & Wilson, J. (2017). Comparing motives of glacier tourists to Westland Tai Poutini National Park, New Zealand and Vatnajokull National Park, Iceland. *CAUTHE 2017: Time For Big Ideas? Re-Thinking The Field For Tomorrow*, 592-597.

Stewart, E. J., Wilson, J., Espiner, S., Purdie, H., Lemieux, C., & Dawson, J. (2016). Implications of climate change for glacier tourism. *Tourism Geographies*, *18*(4), 377-398. https://doi.org/10.1080/14616688.2016.1198416

Stifflemire, B. S. (2018). *Visions of after the End| A History and Theory of the Post-apocalyptic Genre in Literature and Film* [PhD Thesis, The University of Alabama].

Stoffel, M., Tiranti, D., & Huggel, C. (2014). Climate change impacts on mass movements—Case studies from the European Alps. *Science of The Total Environment*, *493*, 1255-1266. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.102

Storni, E., Hugentobler, M., Manconi, A., & Loew, S. (2020). Monitoring and analysis of active rockslide-glacier interactions (Moosfluh, Switzerland). *Geomorphology*, *371*, 107414. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107414

Su, B., Xiao, C., Chen, D., Qin, D., & Ding, Y. (2019). Cryosphere Services and Human Well-Being. *Sustainability*, *11*(16), 4365. https://doi.org/10.3390/su11164365

Sumarjan, N., Mohd, Z. M. S., Mohd, R. S., Zurinawati, M., Mohd, H. M. H., Saiful, B. M. F., Artinah, Z., Bakhtiar, S., Hafiz, M., & Hanafiah, M. (2013). *Hospitality and Tourism: Synergizing Creativity and Innovation in Research*. CRC Press.

Swart, R., & Raes, F. (2007). Making integration of adaptation and mitigation work: Mainstreaming into sustainable development policies? *Climate Policy*, *7*(4), 288-303. https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685657

Terkenli, T. S. (2008). Tourism and Landscape. In *A Companion to Tourism* (Alan A. Lew C. Michael Hall Allan M. Williams, p. 337-348). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9780470752272.ch27

Tissot, L. (2017). *Histoire du tourisme en Suisse au XIXe siècle : Les Anglais à la conquête de la Suisse* (Alphil)

Train, K. E. (2009). Discrete Choice Methods with Simulation. In *Cambridge Books*. Cambridge University Press.

Tritz, C., & Schiavone, S. (2019). Les professionnels du tourisme et l'adaptation au changement climatique : Comprendre les représentations et les pratiques par l'enquête à travers le territoire drômois. In *Tourisme(s) et Adaptation(s)* (Cholat F., Gwiazdzinski L., Tritz C., Tuppen J., p. 173-186). Elya éditions.

Trolliet, M., Barbier, T., & Jacquet, J. (2019). From Awareness to Action: Taking into Consideration the Role of Emotions and Cognition for a Stage Toward a Better Communication of Climate Change. In W. Leal Filho, B. Lackner, & H. McGhie (Éds.), *Addressing the Challenges in Communicating Climate Change Across Various Audiences* (p. 47-64). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98294-6_4

Trudel, M., Chaussegros de Léry, & Puentes-Neuman. (2001). Régulation biocomportementale des réponses d'adaptation au stress chez les jeunes enfants. *Stress et adaptation chez l'enfant, Montréal, Presses de l'Université du Québec*, 29-48.

Truttmann, S., Herwegh, M., Schreurs, G., Ebert, A., & Hardmeier, S. (2020). The Effect of Pre-Existing Structures on the Moosfluh Landslide and its Lateral Propagation (Great Aletsch Glacier, Switzerland). *Geomorphology*, *377*(15). 107530. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107530

Tschudi, I. (1864). *Guide suisse. Livre de poche du voyageur qui veut voir la Suisse, les lacs et les vallées du nord de l'Italie, Milan, Turin, la vallée de Chamouny* (Scheitlin&Zollikfer).

Ulrich, R. S. (1977). Visual landscape preference: A model and application. *Man-Environment Systems*, *7*(5), 279-293.

UNEP. (2020). *The emissions gap report 2020* (p. 128). United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020

UNWTO, WMO, & UNEP (Éds.). (2008). *Climate change and tourism: Responding to global challenges*. World Tourism Organization.

Uriely, N. (2005). The tourist experience: Conceptual Developments. *Annals of Tourism Research*, *32*(1), 199-216. https://doi.org/10.1016/j.annals.2004.07.008

Uysal, M., McDonald, C. D., & Martin, B. S. (1994). Australian Visitors to US National Parks and Natural Areas. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, *6*(3), 18-24. https://doi.org/10.1108/09596119410059209

Varnajot, A., & Saarinen, J. (2021). 'After glaciers?' Towards post-Arctic tourism. *Annals of Tourism Research*, 103205. https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103205

Vermunt, J., & Magidson, J. (2004). Latent Class Analysis. In *The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods.* (Lewis-Beck, M.S., Alan Bryman, A., Futing Liao, T. (eds.)). Sage Publications, Thousand Oaks. https://doi.org/10.4135/9781526421036

Veyret-Verner, G., & Petit, E. (1972). De la grande station à la petite ville : L'exemple de Chamonix - Mont Blanc. *Revue de Géographie Alpine*, *60*(2), 285-305. https://doi.org/10.3406/rga.1972.1267

Vidal de La Blache, P. (1922). *Principes de Géographie humaine, publiés d'après les manuscrits de l'auteur par Emmanuel de Martonne*, Librairie Armand Colin, Paris.

Vincent, C., Gilbert, A., Jourdain, B., Piard, L., Ginot, P., Mikhalenko, V., Possenti, P., Le Meur, E., Laarman, O., & Six, D. (2020). Strong changes in englacial temperatures despite insignificant changes in ice thickness at Dôme du Goûter glacier (Mont Blanc area). *The Cryosphere*, *14*(3), 925-934. https://doi.org/10.5194/tc-14-925-2020

Vincent, C., Meur, E. L., Six, D., & Thibert, E. (2007). Un service d'observation des glaciers des alpes françaises « glacioclim-alpes », pour quoi faire ? *La Houille Blanche*, *3*, 86-95. https://doi.org/10.1051/lhb:2007040

Vincent, C., Peyaud, V., Laarman, O., Six, D., Gilbert, A., Gillet-Chaulet, F., Berthier, É., Morin, S., Verfaillie, D., Rabatel, A., Jourdain, B., & Bolibar, J. (2019). Déclin des deux plus grands glaciers des Alpes françaises au cours du XXIe siècle : Argentière et Mer de Glace. *La Météorologie*, *106*(49). https://doi.org/10.4267/2042/70369

Vining, J., & Merrick, M. S. (2012). Environmental Epiphanies: Theoretical Foundations and Practical Applications. In *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology* (Susan D. Clayton). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0026

Vogt, C. A., Fesenmaier, D. R., & MacKay, K. (1994). Functional and Aesthetic Information Needs Underlying The Pleasure Travel Experience. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, *2*(3), 133-146. https://doi.org/10.1300/J073v02n02_09

Wall, G. (1998). Implications of Global Climate Change for Tourism and Recreation in Wetland Areas. *Climatic Change*, *40*(2), 371-389. https://doi.org/10.1023/A:1005493625658

Wang, L., Zeng, Y., & Zhong, L. (2017). Impact of Climate Change on Tourism on the Qinghai-Tibetan Plateau: Research Based on a Literature Review. *Sustainability*, *9*(9), 1-14.

Wang, S., Che, Y., Pang, H., Du, J., & Zhang, Z. (2020). Accelerated changes of glaciers in the Yulong Snow Mountain, Southeast Qinghai-Tibetan Plateau. *Regional Environmental Change*, *20*(2), 38. https://doi.org/10.1007/s10113-020-01624-7

Wang, S., Du, J., Li, S., He, H., & Xu, W. (2019). Impact of tourism activities on glacial changes based on the tourism heat footprint (THF) method. *Journal of Cleaner Production*, *215*, 845-853. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.120

Wang, S., He, Y., & Song, X. (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. https://doi.org/10.1007/s12583-010-0015-2

Wang, S.-J., & Zhou, L.-Y. (2019). Integrated impacts of climate change on glacier tourism. *Advances in Climate Change Research*, *10*(2), 71-79. https://doi.org/10.1016/j.accre.2019.06.006

Watson, C. S., & King, O. (2018). Everest's thinning glaciers: Implications for tourism and mountaineering. *Geology Today*, *34*(1), 18-25. https://doi.org/10.1111/gto.12215

Watson, M. J., & Watson, D. M. (2020). Post-Anthropocene Conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, *35*(1), 1-3. https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.10.006

Weber, E. U., & Stern, P. C. (2011). Public understanding of climate change in the United States. *American Psychologist*, *66*(4), 315-328. https://doi.org/10.1037/a0023253

Weber, K. (1997). The assessment of tourist satisfaction using the expectancy disconfirmation theory: a study of the german travel market in australia. *Pacific Tourism Review*, *1*(1), 35-45.

Weber, M., Groulx, M., Lemieux, C. J., Scott, D., & Dawson, J. (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. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1620754

Welling, J. T., & Abegg, B. (2019). Following the ice: Adaptation processes of glacier tour operators in Southeast Iceland. *International Journal of Biometeorology*. 65. 703-715. https://doi.org/10.1007/s00484-019-01779-x

Welling, J. T. (2020). *Glacier tourism and climate change adaptation in Iceland* [University of Iceland]. https://opinvisindi.is/handle/20.500.11815/2133

Welling, J. T., Árnason, Þ., & Ólafsdottír, R. (2015). Glacier tourism: A scoping review. *Tourism Geographies*, *17*(5), 635-662. https://doi.org/10.1080/14616688.2015.1084529

Welling, J. T., Árnason, Þ., & Ólafsdóttir, R. (2020). Implications of Climate Change on Nature-Based Tourism Demand: A Segmentation Analysis of Glacier Site Visitors in Southeast Iceland. *Sustainability*, *12*(13), 5338. https://doi.org/10.3390/su12135338

Welling, J. T., Ólafsdóttir, R., Árnason, Þ., & Guðmundsson, S. (2019). Participatory Planning Under Scenarios of Glacier Retreat and Tourism Growth in Southeast Iceland. *Mountain Research and Development*, *39*(2). https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-18-00090.1

White, L., & Frew, E. (2016). *Dark Tourism and Place Identity: Managing and interpreting dark places*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203134900

Williams, B., Onsman, A., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Australasian Journal of Paramedicine*, *8*(3), Article 3. https://doi.org/10.33151/ajp.8.3.93

Wilson, J., Espiner, S., Stewart, E., Purdie, H., & Depatie, C. (2014). Glacier tourism on the west coast of New Zealand: Last chance to see or business as usual? *CAUTHE 2014: Tourism and Hospitality in the Contemporary World: Trends, Changes and Complexity*, 1199-1204.

World Travel and Tourism Concil (WTTC). (2019). *Travel and Tourism Continues Strong Growth Above Global GDP.* WTTC. https://www.wttc.org/about/media-centre/press-releases/press-releases/2019/travel-tourism-continues-strong-growth-above-global-gdp/

World Travel and Tourism Concil (WTTC). (2020). *Travel & Tourism economic impact 2019 annual update summary.*WTTC

Wright, K.-A., Kelman, I., & Dodds, R. (2020). Tourism development from disaster capitalism. *Annals of Tourism Research*, 103070. https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.103070

Yuan, L., Lu, A., Ning, B., & He, Y. (2006). Impacts of Yulong Mountain glacier on tourism in Lijiang. *Journal of Mountain Science*, *3*(1), 71-80. https://doi.org/10.1007/s11629-006-0071-3

Yuan, L., & Wang, S. (2018). Recreational value of glacier tourism resources: A travel cost analysis for Yulong Snow Mountain. *Journal of Mountain Science*, *15*(7), 1446-1459. https://doi.org/10.1007/s11629-017-4685-4

Zach, F. J., Schnitzer, M., & Falk, M. (2021). Product diversification and isomorphism: The case of ski resorts and “me-too” innovation. *Annals of Tourism Research*, *90*, 103267. https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103267

Žebre, M., Colucci, R. R., Giorgi, F., Glasser, N. F., Racoviteanu, A. E., & Gobbo, C. D. (2021). 200 years of equilibrium-line altitude variability across the European Alps (1901−2100). *Climate Dynamics*, *56*(3), 1183-1201. https://doi.org/10.1007/s00382-020-05525-7

Zekollari, H., Huss, M., & Farinotti, D. (2019). Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble. *The Cryosphere*, *13*(4), 1125-1146. https://doi.org/10.5194/tc-13-1125-2019

Zekollari, H., Huss, M., & Farinotti, D. (2020). On the Imbalance and Response Time of Glaciers in the European Alps. *Geophysical Research Letters*, *47*(2). https://doi.org/10.1029/2019GL085578

Zemp, M., Frey, H., Gärtner-Roer, I., Nussbaumer, S. U., Hoelzle, M., Paul, F., Haeberli, W., Denzinger, F., Ahlstrøm, A. P., Anderson, B., Bajracharya, S., Baroni, C., Braun, L. N., Cáceres, B. E., Casassa, G., Cobos, G., Dávila, L. R., Granados, H. D., Demuth, M. N., … Vincent, C. (2015). Historically unprecedented global glacier decline in the early 21st century. *Journal of Glaciology*, *61*(228), 745-762. https://doi.org/10.3189/2015JoG15J017

Zemp, M., Huss, M., Eckert, N., Thibert, E., Paul, F., Nussbaumer, S. U., & Gärtner-Roer, I. (2020). Ad hoc estimation of glacier contributions to sea-level rise from the latest glaciological observations. *The Cryosphere*, *14*(3), 1043-1050. https://doi.org/10.5194/tc-14-1043-2020

Zhao, S., Zhang, S., Cheng, W., & Zhou, C. (2019). Model Simulation and Prediction of Decadal Mountain Permafrost Distribution Based on Remote Sensing Data in the Qilian Mountains from the 1990s to the 2040s. *Remote Sensing*, *11*(2), 183. https://doi.org/10.3390/rs11020183

Zryd, A. (2001). *Les glaciers*. Pillet.

Zryd, A., Dumoulin, H., & Crispini, N. (2010). *Glaciers : Passé-présent du Rhône au Mont-Blanc*. Slatkine.

Zube, E. H., Sell, J. L., & Taylor, J. G. (1982). Landscape perception: Research, application and theory. *Landscape Planning*, *9*(1), 1-33. https://doi.org/10.1016/0304-3924(82)90009-0

Zubler, E. M., Scherrer, S. C., Croci-Maspoli, M., Liniger, M. A., & Appenzeller, C. (2014). Key climate indices in Switzerland; expected changes in a future climate. *Climatic Change*, *123*(2), 255-271. https://doi.org/10.1007/s10584-013-1041-8

Þorhallsdottir, G., & Olafsdottir, R. (2020). *2020: Summary of vehicle counting at Jökulsárlón* [Rapport non publié]. Vatnajökull National Park.

# Table des figures

Figure 1. À gauche : excursion a cheval au Columbia Ice Field (Canada) - 1924 - Art Gallery Alberta ; a droite : excursion au glacier Franz Josef (Nouvelle-Zelande) - 1906 - West Coast New Zealand History. ..... 2
Figure 2. Évolution du glacier du Rhone (Suisse) : a gauche, fin XIXe siecle ; a droite, 2016 (C. Vincent) ; source : encyclopedie-environnement.org. ..... 3
Figure 3. Vue du glacier et de la source du Rhone, 1829. Source : VIATICALPES. ..... 17
Figure 4 : Vue depuis la terrasse de la gare d'arrivee du Gornergrat en 1905. Source : HelveticArchives / Confederation suisse. ..... 19
Figure 5. Affiches promotionnelles des quatre lignes ferroviaires glaciaires. De gauche a droite : Gornergrat, 1899 (Reseau des chemins de fer Jura-Simplon); Montenvers, 1909 (P.L.M); Tramway du Mont-Blanc, 1925 (Roger Broders); Jungfraubahn, 1920 (Emil Cardinaux). ..... 21
Figure 6. Deux exemples d'offre touristique ; a gauche, le « scenic flight » avec atterrissage sur le glacier Fox en Nouvelle-Zelande (glacierhelicopter.co.nz) ; a droite, visite de la grotte de glace du glacier islandais Langjokull (intotheice.is). ..... 25
Figure 7. Plan du site de l'Aiguille du Midi ; source : Compagnie du Mont-Blanc (2021). ..... 26
Figure 8. De gauche a droite : glaciers Athabasca (ph. G.Wilkinson), de Jökulsarlon (icelagoon.is), et du Rhone (E. Salim, 2019) ..... 27
Figure 9. Écarts a la temperature moyenne annuelle enregistree entre 1961 et 1990 en France metropolitaine (Meteo-France). ..... 30
Figure 10. Changements d'altitude de la surface des glaciers alpins incluant des glaciers de surface superieure a 0,05 km$^2$ (Sommer et al., 2020). ..... 32
Figure 11. Évolution des glaciers du Rhone (a gauche ; Suisse) et du Pasterze (a droite ; Autriche) a differentes echelles temporelles. Source des photos : a gauche, swissglaciers.org ; a droite, Parc National du Höhe Tauern (1968, 2000) et Salim (2020). ..... 33
Figure 12. Évolution des surfaces englacees entre 2000 et 2014 dans differents massifs alpins (Sommer et al., 2020, modifie). ..... 34
Figure 13. Localisation des infrastructures inventoriees en contexte de permafrost couplee a un index de favorabilite du permafrost (Marcer et al., 2017). a : Localisation des infrastructures ; 12 d'entre elles sont endommagees et precisement placees. b : Nombre d'infrastructures par rapport a l'index de presence de permafrost (Duvillard et al., 2019). ..... 38
Figure 14. Évolution de la temperature moyenne a la surface du globe d'ici 2100 en fonction des differents scenarii d'emission de GES (IPCC, 2021). ..... 39
Figure 15. Évolution des glaciers presents dans les sites inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO en fonction de differents scenarios d'emission de gaz a effet de serre (Bosson et al., 2019). a. Échelle globale. B. Échelle regionale. ..... 40
Figure 16. Les 73 sites touristiques glaciaires identifies et classe selon six types de sites (Salim et al., 2021a). 44
Figure 17. Les 5 principales pratiques observees, dirigees vers, ou traversant le site touristique glaciaire. ..... 46

Figure 18. Relations entre les differentes formes de valorisation des sites (Salim et al., 2021a, modifie). a. Schema conceptuel ; b. combinaisons observees entre les differentes formes de valorisations touristiques et typologie resultantes ; c. carte des 73 sites touristiques glaciaires alpins selon la typologie proposee. ..... 48
Figure 19. Questions de recherche et principales hypotheses de travail. ..... 49
Figure 20. Structuration de la demarche de travail. Pour le detail du contenu des articles, se referer a l'Encadre 2. ..... 50
Figure 21. Les 6 sites touristiques glaciaires selectionnes pour ce travail doctoral. ..... 53
Figure 22. Place des differentes etudes realisees en fonction de leurs approches methodologiques. ..... 58
Figure 23. Les six categories d'impact du changement climatique sur l'humanite et les sous-categories observees. La taille des barres indique le nombre d'aleas implique dans les impacts parmi les dix identifies (rechauffement des temperatures, precipitation, inondations, secheresse, vague de chaleur, feu, augmentation du niveau des mers, tempetes, changement de couverture des sols, chimie de l'ocean). Le tableau complet est disponible ici : http://impactsofclimatechange.info/ - Figure issue de Mora et al. (2018). ..... 70
Figure 24. Évolution des temperatures optimales pour les vacances a la mer. Moyenne des temperatures journalieres maximales pour juillet-aout pour differentes destinations cotieres et evolution modelisee pour 2071-2100 (UNWTO et al., 2008). ..... 72
Figure 25. Nombre cumule d'articles de revues scientifiques consacres au changement climatique et au tourisme, estimes a l'aide de Scopus (Scott, 2021). ..... 73
Figure 26. Voies d'acces aux refuges de haute montagne des Alpes françaises et valaisannes affectees par le changement climatique entre les annees 1990 et 2018 : A. Processus dus au changement climatique affectant les voies d'acces ; B. Modifications effectuees pour retablir des niveaux de securite. (Mourey et al., 2019b). ..... 76
Figure 27. Trajectoire d'un systeme (pointille) au sein de son domaine d'attraction. Soit il tend vers son attracteur tout en restant dans son domaine malgre les changements (a.), il est alors dit resilient ; soit les changements l'entrainent en dehors de son domaine d'attraction (b.), il change de structure qualitative et n'est plus resilient. ..... 80
Figure 28. Étapes de selection des articles selon la procedure PRISMA. (Salim et al., 2021c, modifie) ..... 86
Figure 29. Spatialisation des articles et des differents impacts observes du changement climatique sur le tourisme glaciaire (Salim et al., 2021c). ..... 95
Figure 30. Le glacier du Tasman et son lac proglaciaire. Fevrier 2020 – E. Salim ..... 97
Figure 31. Reconstitution de la position du front de la Mer de Glace entre 1570 et 2019 (a); Évolution de l'epaisseur de glace pour cinq profils (b)- (Salim et al., 2021). ..... 104
Figure 32. Itineraires et attracteurs touristiques identifies d'apres les sources historiques. Fond de carte : Mieulet, 1865. (Modifiee d'apres Salim et al., 2021b) ..... 106
Figure 33. La grotte de l'Arveyron ; a. 1780, C. Hackert ; b. 1787, P. J. de Loutherbourg ; c. 1775, M. T. Bourrit ; d. 1868, A. Braun ; (Salim et al., soumis) ..... 107

Figure 34. Itineraire Montenvers-Chapeau (carte : État-Major, 1866, 1 :40 000, IGN ; Salim et al., 2021b). ..... 109
Figure 35. Évolution de l'itineraire de sortie de la Vallee Blanche en fonction des fluctuations de la Mer de Glace (photo aerienne IGN, 1967 ; Salim et al., 2021b) ..... 112
Figure 36. Nombre d'articles publies sur les trois principales categories de parametres et de processus glaciaires, paraglaciaires et lies au permafrost autour des six sites touristiques glaciaires alpins etudies. ..... 119
Figure 37. Processus et parametres etudies et leurs impacts sur les sites touristiques glaciaires. Le centre de la figure presente les quatre categories de processus et de parametres etudies dans la litterature scientifique. Une premiere categorie d'impacts est associee a chacune des familles de processus. Dans la partie exterieure du cadre, chaque categorie d'impacts est detaillee. Le code couleur correspond aux categories d'impacts developpees en bas de la figure (Salim et al., 2022e) ..... 122
Figure 38. Relations entre les processus etudies, les impacts perçus par les acteurs et les strategies d'adaptation developpees (Salim et al., 2022e) ..... 123
Figure 39. Spatialisation des impacts et des adaptations identifies. Le cercle interieur indique la presence ou l'absence (blanc) de la categorie d'impact ; le cercle exterieur indique si la categorie d'adaptation est observee sur le site (Salim et al., 2022e) ..... 124
Figure 40. Paradoxe et boucles de retroaction positive du LCT (Dawson et al., 2010) ..... 138
Figure 41. Scores pour les motivations descriptives. Les items sont classes par ordre decroissant en fonction de leur score moyen (Échelle de Likert sur 5 niveaux : Important = 4+5 ; moyennement important = 3 ; pas important = 1+2). ..... 144
Figure 42. Carte hierarchique des valeurs (Salim & Ravanel, 2020) ..... 154
Figure 43. Moyenne des scores de chacun des facteurs de motivation pour les six sites etudies ..... 161
Figure 44. Composition des quatre classes identifiees par variable incluses dans le modele. ..... 165
Figure 45. Repartition des differentes classes de visiteurs en fonction des sites. ..... 166
Figure 46. Localisation des sites d'etude, Montenvers (Mer de Glace, France) et Jökulsarlon (Breiðamerkurjökull, Islande). ..... 200
Figure 47. Descente vers la grotte de glace depuis le Montenvers. Photo : juin 2021. ..... 201
Figure 48. Le lac proglaciaire Jökulsarlon et ses icebergs. Photo : J. Bussard, septembre 2020. ..... 202
Figure 49. Le glacier Breiðamerkurjökull et le lac Jökulsarlon (a gauche) en 1982 et en 2020. © National Land Survey of Iceland/Dr Kieran Baxter, University of Dundee. ..... 205
Figure 50. Hypotheses testees. ..... 216
Figure 51. Score PeBI (echelle de Likert ; Probable = 4 + 5, Peut-etre = 3, Improbable = 1 + 2). ..... 220
Figure 52. Reponses a la question "Voir le glacier me fait me sentir ..." (Échelle de Likert : 1 = pas du tout d'accord, 5 = tout a fait d'accord ; d'accord = 4 + 5, plutot d'accord = 3, pas d'accord = 1 + 2). ..... 220
Figure 53. Resultats des tests de correlations de Spearman. Les lignes en pointilles indiquent qu'il n'y a pas de correlation significative. ..... 221

Figure 54. Synthese des resultats et validation des hypotheses. Se referer au Tableau 20 pour les details concernant h5 ..... 228
Figure 55. Cadre conceptuel des interactions entre offre et demande touristique dans le cas du tourisme glaciaire alpin. ..... 235
Figure 56. Schema conceptuel des interactions entre marqueurs, nucleus et motivations touristiques ; d'apres les travaux de Leiper (1990). ..... 237
Figure 57. Extension du glacier d'Aletsch en 2050 selon les modelisations realisees par Jouvet & Huss (2019). L'extension du glacier en 2009 est issue de l'inventaire RGI 2.6. MNT : SwissTopo. ..... 238
Figure 58. Exemple d'affiche de promotion de la destination Aletsch Arena. Ph. : Rodo A.F., mai 2021. ..... 239
Figure 59. Projection de l'extension de la Mer de Glace en 2050 selon Vincent et al. (2019), en bleu et Peyaud et al. (2020), en jaune L'extension du glacier de Leschaux n'a pas ete modelisee. L'extension du glacier en 2004 est issue de l'inventaire RGI 2.6. Le MNT provient du service IGN ..... 241
Figure 60. Schema conceptuel du passage du tourisme de la derniere chance (LCT) au tourisme post-Anthropocene. ..... 247

# Table des matières

**RESUME** ..... I

**ABSTRACT** ..... VII

**REMERCIEMENTS** ..... IX

**AVANT-PROPOS** ..... XIII

**FOREWORD** ..... XIII

**ACRONYMES** ..... XVII

**INTRODUCTION GÉNÉRALE** ..... 1

Organisation du manuscrit et place des articles scientifiques ..... 4

**PARTIE 1 : LES ORIGINES DU TOURISME GLACIAIRE DANS LES ALPES, LA MENACE CLIMATIQUE ET LES QUESTIONS DE RECHERCHE** ..... 9

**INTRODUCTION DE LA PARTIE 1** ..... 11

**CHAPITRE 1 – ORIGINES ET DEVELOPPEMENT DU TOURISME GLACIAIRE ALPIN** ..... 13

**1.1 – Développement de l'intérêt touristique pour les Alpes et ses glaciers** ..... 13

Les origines du tourisme alpin ..... 13

De l'intérêt croissant pour les glaciers ..... 15

**1.2 – Aménagements et développement des infrastructures et des pratiques touristiques autour des glaciers** ..... 17

Développement des pratiques touristiques autour des glaciers ..... 17

Le développement du rail vers les glaciers ..... 18

L'Épopée du ski et l'avènement des installations à câbles ..... 22

**1.3 – Qu'est ce que le tourisme glaciaire aujourd'hui ?** ..... 23

Des pratiques touristiques et récréatives glaciaires ..... 23

Les « sites touristiques glaciaires » ..... 25

**Conclusion du Chapitre 1** ..... 27

**CHAPITRE 2 – LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, UN DEFI MAJEUR POUR LE TOURISME GLACIAIRE** ..... 29

**2.1 – Le changement climatique, un état de la connaissance** ..... 29

Le changement climatique dans le monde et en France ..... 29

Le changement climatique dans les Alpes ..... 30

**2.2 – Les impacts du changement climatique sur les espaces de montagnes** ..... 31

Évolution des glaciers alpins ..... 31

La période « paraglaciaire » alpine associée au retrait glaciaire contemporain ..... 35

La dégradation du permafrost ..... 36

**2.3 – Projections climatiques et modélisation des conséquences du réchauffement sur la cryosphère ... 38**

Évolution des glaciers en fonction des différents scénarios climatiques ... 39

Modélisation de l'évolution du permafrost en fonction de différents scénarii d'émission de GES ... 41

**Conclusions du Chapitre 2 ... 41**

**CHAPITRE 3 – LE TOURISME GLACIAIRE EN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE : PROBLEMATIQUES, QUESTIONS DE RECHERCHE ET CADRAGE EPISTEMOLOGIQUE ... 43**

**3.1 – Le « tourisme glaciaire » dans notre travail de recherche ... 43**

Méthodologie d'inventaire ... 44

Les pratiques touristiques dans les sites glaciaires alpins ... 45

Les modes de valorisation des sites touristiques glaciaires alpins ... 46

**3.2 – Axes, questions et hypothèses de recherche ... 49**

Cadrage géographique ... 53

Saisonnalités et pratiques appréhendées ... 55

**3.3 – Positionnement épistémologique ... 56**

Point de vue pragmatique ... 56

Stratégie de recherche et choix des méthodes ... 57

**Conclusion du Chapitre 3 ... 59**

**CONCLUSION DE LA PARTIE 1 ... 61**

**PARTIE 2 : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, UNE REALITE POUR LE TOURISME GLACIAIRE : QUELS IMPACTS ET ADAPTATIONS POUR LES OPERATEURS TOURISTIQUES ? ... 65**

**INTRODUCTION DE LA PARTIE 2 ... 66**

**CHAPITRE 4 – LE TOURISME FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ETAT DES CONNAISSANCES ET AXES DE RECHERCHE. 69**

**4.1 – Impacts du changement climatique sur l'industrie touristique ... 70**

**4.2 – Le changement climatique et le tourisme en montagne ... 74**

**4.3 – Adaptation du tourisme au changement climatique ... 77**

Définir l'adaptation ... 77

Système touristique et résilience ... 79

Quelques exemples d'adaptations concernant le tourisme en montagne ... 82

**Conclusion du Chapitre 4 ... 84**

**CHAPITRE 5 – IMPACTS ET ADAPTATION DES SITES TOURISTIQUES GLACIAIRES A TRAVERS LE MONDE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ... 85**

**5.1 – Les impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire dans le monde ... 86**

Méthodologie de revue de littérature ... 86

Les impacts identifiés ... 88

**5.2 – Adaptation du tourisme glaciaire à travers le monde ... 96**

Des adaptations proposées ... 96

Des adaptations mises en œuvre ... 96

Adaptation et résilience du tourisme glaciaire ... 100

**Conclusion du Chapitre 5** ..... **102**

**CHAPITRE 6 – LE TOURISME GLACIAIRE ALPIN FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : IMPACTS ET ADAPTATIONS FACE AUX FLUCTUATIONS ACTUELLES ET PASSEES** ..... **103**

**6.1 – L'impact des fluctuations glaciaires passées sur le tourisme glaciaire : le cas de la Mer de Glace** ..... **103**

Méthodologie géohistorique ..... 103

De nombreux itinéraires touristiques autour de la Mer de Glace ..... 105

L'Arche de l'Arveyron ..... 106

La traversée du Montenvers au Chapeau ..... 108

La descente de la Vallée Blanche ..... 110

Synthèse des impacts des fluctuations des glaciers sur le tourisme autour de la Mer de Glace depuis 1741 ..... 112

**6.2 – Impacts et adaptations des opérateurs touristiques face aux processus glacio-géomorphologiques dans le passé par rapport aux observations actuelles** ..... **114**

Des impacts plus significatifs aujourd'hui que dans le passé ..... 114

Le développement des stratégies d'adaptation ..... 115

**6.3 – Impacts du changement climatique sur le tourisme glaciaire alpin et adaptation des acteurs du territoire** ..... **116**

Méthodologie de travail ..... 117

Les processus glacio-géomorphologiques étudiés autour des sites touristiques glaciaires ..... 118

Les impacts perçus par les acteurs des sites ..... 119

Les stratégies d'adaptation développées ..... 121

Processus perçus et impacts étudiés ..... 125

Adapter le tourisme glaciaire au changement climatique ..... 125

**Conclusion du chapitre 6** ..... **127**

**CONCLUSION DE LA PARTIE 2** ..... **129**

**PARTIE 3 : L'EXPERIENCE TOURISTIQUE FACE A LA FONTE DES GLACIERS DANS LES ALPES . 133**

**INTRODUCTION DE LA PARTIE 3** ..... **134**

**CHAPITRE 7 – LES MOTIVATIONS DES « TOURISTES GLACIAIRES », DERNIERE CHANCE POUR VOIR LE GLACIER ?** ..... **135**

**7.1 – Les motivations touristiques** ..... **135**

Étudier les motivations ..... 135

Le tourisme de la dernière chance (Last Chance Tourism ; LCT) ..... 137

**7.2 – Les motivations des visiteurs de la Mer de Glace** ..... **140**

Une méthodologie mixte ..... 140

Résultats quantitatifs ..... 143

Résultats qualitatifs ..... 148

Existence et paradoxe de la motivation LCT ..... 152

Dimensions motivationnelles du tourisme glaciaire. ..... 152

LCT et tourisme glaciaire : implications pour les comportements pro-environnementaux ..... 155

Conclusion du travail mené au Montenvers ..... 156

**7.3 – Motivations des visiteurs et LCT autour du tourisme glaciaire dans l'Arc alpin .....157**

Conception de l'enquête ..... 157

Collecte et analyse des données ..... 158

Mise en œuvre des caractéristiques des sites et analyses ..... 158

Résultats ..... 160

Discussion ..... 168

**Conclusion du chapitre 7 .....170**

**CHAPITRE 8 – PAYSAGE EN MUTATION, DEGRADATION DE L'EXPERIENCE ? .....171**

**8.1 – Cadre théorique, entre paysage et perceptions .....171**

La théorie du paysage ..... 171

Perceptions des visiteurs de sites glaciaires sur le retrait des glaciers ..... 173

**8.2 – Le cas de la Mer de Glace .....175**

Méthodologie ..... 175

Résultats qualitatifs ..... 177

Jugements positifs ..... 179

Jugements négatifs ..... 181

Catégories communes ..... 184

Les émotions ..... 185

Résultats quantitatifs ..... 185

**8.3 – Expliquer la perception et le jugement esthétique du paysage glaciaire en mutation .....187**

Les sites glaciaires menacés dans leur attractivité ? ..... 189

**Conclusion du chapitre 8 .....190**

**Conclusion de la Partie 3 .....191**

**PARTIE 4 : LE FUTUR DU TOURISME GLACIAIRE, ENTRE SOUTENABILITE ET OPPORTUNITE. 193**

**INTRODUCTION DE LA PARTIE 4 .....194**

**CHAPITRE 9 – LE GEOTOURISME, UNE NOUVELLE FORME DE TOURISME GLACIAIRE ? .....197**

**9.1 – Du géotourisme au tourisme glaciaire, introduction conceptuelle.....197**

**9.2 – Sites d'études retenus et méthodologie .....200**

Sites d'études ..... 201

Méthode ..... 203

**9.3 – Résultats : du changement climatique au « géotourisme » .....204**

**9.4 – Discussion.....207**

Des projets pour valoriser l'intérêt géoscientifique auprès du public ..... 208

Visiter les glaciers, une forme de géotourisme ? ..... 209

**Conclusion du Chapitre 9 .....210**

**CHAPITRE 10 – LES GLACIERS COMME LEVIERS FAVORISANT LES COMPORTEMENTS PRO-ENVIRONNEMENTAUX ?.....213**

**10.1 – Du tourisme de la dernière chance aux comportements pro-environnementaux.....213**

**10.2 – Cadre conceptuel, des émotions aux comportements pro-environnementaux .....214**

Perception du paysage et émotions ..... 214

Intentions d'adopter des comportements pro-environnementaux ..... 215
**10.3 – Méthodologie ..... 217**
Conception de l'enquête ..... 217
Collecte et analyse des données ..... 217
Limites ..... 218
**10.4 – Résultats ..... 218**
Réduction des dimensions ..... 221
Analyses des corrélations ..... 224
**10.5 – Discussion ..... 227**
Influence de la visite des sites touristiques glaciaires sur les intentions d'adopter des comportements pro-environnementaux ..... 227
Implications de gestion pour favoriser les PeBIs ..... 229
**Conclusion du Chapitre 10 ..... 231**
**CHAPITRE 11 – L'ADAPTATION DU TOURISME GLACIAIRE ALPIN AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : *STATU QUO* OU TRANSFORMATION ? ..... 233**
**11.1 – Entre adaptations des gestionnaires et attentes des visiteurs ..... 233**
Des adaptations en phase avec les attentes des visiteurs ? ..... 233
Perspectives : comprendre les enjeux d'une réduction de l'attractivité des sites ..... 236
**11.2 – L'adaptation des opérateurs touristiques aux projections de retrait glaciaire ..... 238**
Le glacier d'Aletsch en 2050 ..... 238
La Mer de Glace en 2050 ..... 240
**11.3 – Vers un tourisme post-glaciaire ? ..... 242**
Le tourisme de la dernière chance, motivations et dimensions ..... 243
Dark tourism, motivations et dimensions ..... 243
Tourisme post-glaciaire : vers une dynamique de dark tourism ? ..... 244
Du tourisme de la dernière chance au tourisme post-Anthropocène ..... 246
**Conclusion du Chapitre 11 ..... 249**
**CONCLUSION DE LA PARTIE 4 ..... 251**

**CONCLUSIONS GENERALES ..... 255**

Déroulement de la recherche ..... 255
Synthèse des apports de ce travail ..... 259
Perspectives ..... 261

**BIBLIOGRAPHIE ..... 265**

**TABLE DES FIGURES ..... 307**

**TABLE DES MATIERES ..... 311**

## Résumé

Après avoir été perçus négativement par les habitants des territoires de montagne, les glaciers ont, depuis plus de deux siècles, été l'objet d'une mise en tourisme. Aux premières visites de l'Arche de l'Arveyron (Chamonix) au XVIIIe siècle ont succédé trains à crémaillères et téléphériques permettant d'accéder et de contempler, en seulement quelques dizaines de minutes, les plus grands glaciers des Alpes et du monde. Ainsi, le tourisme glaciaire regroupe aujourd'hui des pratiques et des sites touristiques emblématiques de certains territoires de montagne.

Cependant, l'augmentation des températures et le retrait extrêmement rapide des glaciers font également de ces sites glaciaires des marqueurs du changement climatique. La Mer de Glace en France, le glacier du Rhône en Suisse ou encore celui du Pasterze en Autriche, font parties de ces grands sites touristiques glaciaires qui subissent de plein fouet les changements paysagers liés au retrait de la cryosphère. Qu'est-ce que ces changements impliquent pour les acteurs de ces sites touristiques glaciaires ? pour leurs visiteurs ? A travers des méthodologies mixtes, cette thèse de doctorat tente d'apporter une réponse à ces deux questions pour six grands sites touristiques glaciaires alpins.

En substance, les résultats montrent que les sites touristiques glaciaires sont largement impactés par le changement climatique et les modifications glaciologiques et géomorphologiques qu'il engendre pour les territoires de montagne. Ces impacts entrainent des difficultés de gestion des sites, des problématiques d'itinéraires, des difficultés à réaliser certaines activités et qui peuvent devenir plus dangereuses ou encore une baisse d'attractivité des sites par des activités glaciaires moins attrayantes ou par une «dégradation du paysage» redoutée par les gestionnaires des sites. Nos résultats auprès des visiteurs des sites montrent cependant que cette « dégradation » paysagère n'induit pas une baisse drastique de la satisfaction des visiteurs à l'égard du paysage glaciaire : les jugements négatifs se cantonnent aux glaciers ou aux formes paraglaciaires mais ne ternissent que très peu l'appréciation générale des visiteurs vis-à-vis du paysage. Dans le même temps, une nouvelle forme de tourisme – le tourisme de la dernière chance – se développe autour des glaciers et montre que ceux-ci sont aujourd'hui considérés comme des « espèces en voie de disparition ». Par ailleurs, les gestionnaires de sites en question mettent en place des stratégies d'adaptation au changement climatique qui sont principalement réactives et qui pose la question de leur soutenabilité long termes. Question d'autant plus importante que les modélisations glaciaires à l'horizon 2050 laissent penser que les adaptations actuelles ne seront pas suffisantes.



UNIVERSITÉ SAVOIE MONT BLANC

Interreg ALCOTRA

AdaPT Mont-Blanc

laboratoire edytem environnements dynamiques territoires montagnes

LABEX ITTEM


Source Photo : E. Salim (2021)