

200  
— ANS —

LES GUIDES DE MONTAGNE  
ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

# UNE HISTOIRE D'ADAPTATION



200  
— ANS —

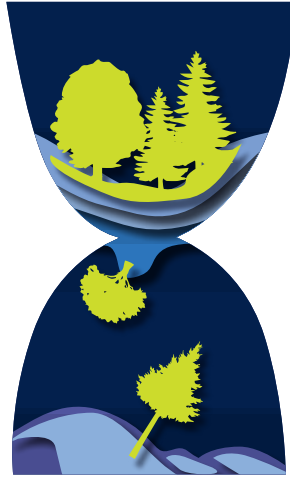


SYNDICAT NATIONAL  
GUIDES DE  
MONTAGNE



atelier esope

Imprimé sur un papier ©PEFC en France - IMPRIM'VERT  
©esope chamonix - juin 2021



## INTRODUCTION

**Depuis la naissance du métier de guide il y a 200 ans à Chamonix, et depuis toujours en montagne, une constante est de rigueur : le changement.** Sur le temps long, là où se situe la Maison de la montagne – ancien prieuré qui accueille aujourd’hui la Compagnie des guides de Chamonix – s’étendait il y a plusieurs dizaines de millions d’années l’océan Alpin, ramification de la mer de Téthys. Projetées en altitude lors de la surrection des Alpes, les roches ont ensuite été rabotées de nombreuses fois lors des grandes glaciations. Il y a 28 000 ans, il y avait jusqu’à 1 600 mètres de glace au-dessus de la position actuelle de Chamonix. Si l’histoire de l’alpinisme et des guides de montagne se développe sur des temps beaucoup plus brefs, les 200 ans d’existence de la Compagnie ont toutefois vu se succéder de profonds changements, la poussant à une adaptation perpétuelle.

**À l’heure actuelle, l’accélération du réchauffement climatique – particulièrement forte dans les Alpes – constitue un défi d’adaptation sans précédent pour nos métiers.** Nous, guides et accompagnateurs, devons en effet faire face à des évolutions extrêmement rapides de nos milieux de pratique. Ces changements ont un impact immédiat sur nos activités et notre sécurité. Dans les années et décennies à venir, au-delà d’une adaptation réactionnelle à ces aléas, il nous revient d’anticiper les changements pour envisager les clés de métiers durables. Non seulement la suite de notre histoire en dépend, mais nous affirmons aussi et surtout notre volonté de poursuivre le partage d’expériences fortes en montagne avec nos amis et clients, et d’ainsi contribuer au bonheur de ceux qui nous accompagnent.

## *Avant-propos*

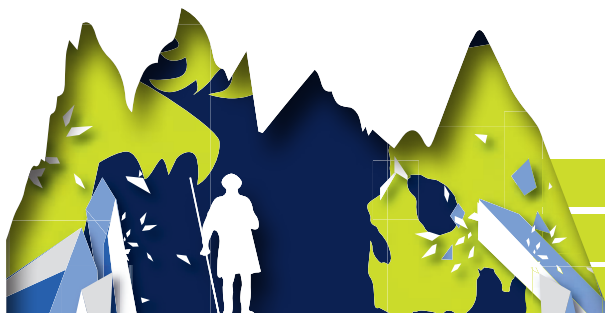
*Si l'objectif du métier de guide ou d'accompagnateur est sensiblement le même aujourd'hui qu'à sa création – partager une belle expérience en montagne avec ses clients, en s'adaptant aux conditions du moment – il est certain que la nécessité de prendre en compte l'évolution rapide des conditions de la montagne devient une préoccupation majeure. Les professionnels vont devoir considérer une évolution de la saisonnalité, l'été ayant tendance à se déplacer de plus en plus vers le printemps. Une évolution géographique : ils devront fréquenter les zones non impactées par la dégradation du permafrost en évitant celles de haute montagne aux moments les plus chauds de la saison. Une évolution peut-être socio-économique en diversifiant leurs activités que ce soit en ayant une autre qualification, comme à l'origine de notre métier ou avec des activités complémentaires à la haute montagne. Toutefois restons optimistes, la montagne demeurera attractive et un lieu de partage de belles émotions. « Un soir consacré à la lecture de grands livres est pour l'esprit ce qu'un séjour à la montagne est pour l'âme » – André Maurois.*

**Olivier Greber**

*Guide et président de la Compagnie des guides de Chamonix*

# Chapitre 1 - ÉVOLUTION DES MILIEUX DE MONTAGNE ET DU MÉTIER DE GUIDE DE 1821 À AUJOURD'HUI L'EXEMPLE DE LA VALLÉE DE CHAMONIX

## LES MONTS AFFREUX



## UN NOUVEAU TERRAIN D'AVEVENTURE

**Pendant des siècles, les montagnards ont vécu en marge d'une société souvent plus prospère, concentrée dans les grandes villes ou plus disséminée dans les plaines agricoles.** Le système de prélèvement des impôts ne fonctionnait guère dans les hautes vallées isolées où la priorité restait la survie et la solidarité locale. L'arrivée du « Petit Âge Glaciaire » en Europe entre les XIIe et XIXe siècles ne facilite pas la tâche des habitants alors essentiellement paysans : les hivers deviennent particulièrement rudes, les étés sont souvent froids et les glaciers descendent vers les champs et les habitations. Malgré ces conditions de vie exigeantes, les Chamoniards parviennent à subsister à travers le pastoralisme, la production de fromage, la vente de miel et de cristaux.

Avec l'arrivée des premiers voyageurs dans la vallée de Chamonix au XVIIIe siècle et les prémices d'un tourisme de montagne, les habitants lèvent petit à petit leurs yeux vers les sommets. **Et si habiter en montagne était une opportunité et non plus une malchance ? On passe alors progressivement des « monts affreux » porteurs de dangers à un terrain d'aventures scientifiques et humaines.**

Figure 1. La vallée de Chamonix au XVIII<sup>e</sup> siècle vue depuis le col de Balme (source : Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc).



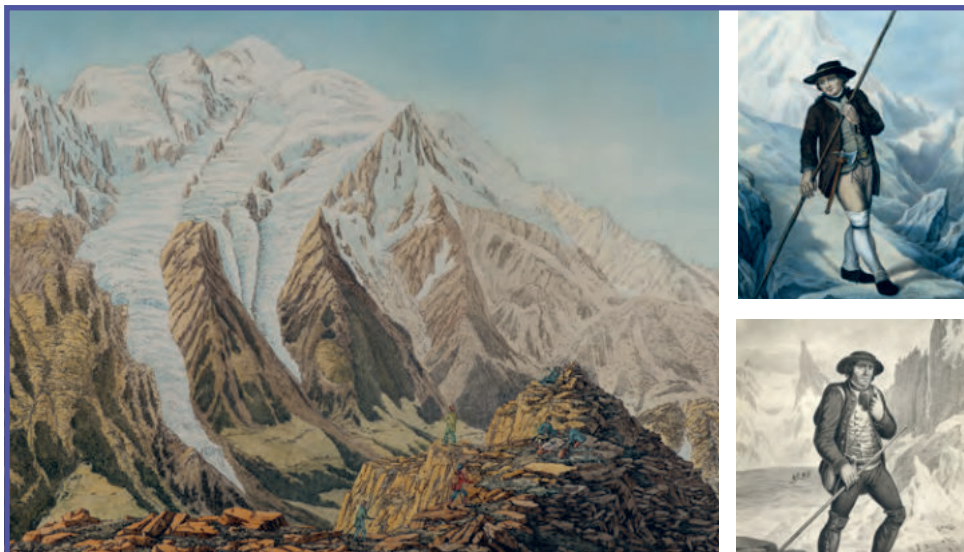
L'arrivée à Chamonix du savant genevois **Horace-Bénédict de Saussure** en 1760 favorisa un changement de regard des hommes sur les Alpes. Frappé par la beauté du paysage qu'il « découvre », Saussure dresse un portrait de la vallée de « Chamouni » dans son livre *Voyages dans les Alpes*<sup>1</sup> :

**« Le fond de la vallée en forme de berceau est couvert de prairies, au milieu desquelles passe le chemin bordé de petites palissades. On découvre successivement les différents glaciers qui descendent dans cette vallée... Ces glaciers majestueux, séparés par de grandes forêts, couronnés par des rocs de granit d'une hauteur étonnante, qui sont taillés en forme de grands obélisques, et entremêlés de neiges et de glaces, présentent**

**un des plus grands et des plus singuliers spectacles qu'il soit possible d'imaginer. »**

Sa quête d'exploration des Alpes et sa volonté d'atteindre le sommet du mont Blanc sont d'abord d'ordre scientifiques. Comment expliquer l'origine des montagnes ? Quels sont les effets de l'altitude sur le corps humain ? Quelles plantes et animaux habitent ces hauteurs ?

Pour répondre à ces questions, Saussure promet une forte récompense à qui atteindra en premier le sommet et fait appel à des « guides » locaux pour rendre ses observations possibles. Ceux-ci l'aident à monter au sommet du Brévent (2525 m), à gravir le mont Buet (3098 m), à réaliser le tour du Mont-Blanc (trois fois !), et à effectuer plusieurs tentatives d'ascension du mont Blanc, par les Grands Mulets et par l'aiguille du Goûter.



**Figure 2.** À gauche, le mont Blanc vu depuis le sommet du Brévent; cette « vue sublime » renforcera la motivation de Saussure d'en tenter l'ascension. En haut à droite, Jacques Balmat, le guide pionnier de la première ascension du mont Blanc. En bas à droite, portrait de Jean-Michel Cachat dit « le Géant », guide de Saussure et l'un des premiers guides de la Compagnie de Chamonix (source : Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc).

**Ces excursions deviennent rapidement beaucoup plus que des expéditions scientifiques, et des liens de confiance se tissent entre Saussure et ses guides.**

Le 8 août 1786, le sommet du mont Blanc fut atteint pour la première fois par les Chamoniards Jacques Balmat et Michel-Gabriel Paccard. Mais Saussure n'a pas seulement commandité l'ascension du plus haut sommet d'Europe occidentale, qui constitue pour beaucoup la naissance de l'alpinisme, il en a réalisé – aidé de dix-huit guides – la troisième ascension l'été suivant afin de mettre en œuvre ses propres expériences scientifiques.

**Plutôt que de la fin d'une quête, il s'agit au contraire d'un début : pour l'aristocratie européenne, le défi de gravir les plus hauts sommets des Alpes est lancé et les montagnards natifs des hautes vallées sont prêts à accompagner les plus téméraires.**

**La Compagnie des guides de Chamonix, la première du genre, voit son acte fondateur être rédigé le 24 juillet 1821** dans un contexte dramatique.

Le décès de trois guides (la caravane du Docteur Hamel) l'année précédente lors d'une avalanche sur les pentes du mont Blanc avait incité le conseil municipal de Chamonix et les guides eux-mêmes à réguler la profession, et notamment à affirmer le pouvoir de décision des guides au sein des cordées.

**La profession naît dans des conditions climatiques difficiles :** quelques années plus tôt, en 1815, l'éruption du volcan Tambora en Indonésie avait produit d'immenses nuages de poussière qui se développent jusqu'en Europe. Ils bloquent en partie le rayonnement solaire, refroidissant l'atmosphère durant de longs mois. Dans *Le Roman de Chamonix*<sup>2</sup>, **Sophie Cuenot** raconte :

**« Dès 1816, en Europe comme en Amérique, on observe un sérieux refroidissement, au point de parler d'une année sans été.**

**À Chamonix se succèdent averses de pluie et de neige, les récoltes sont détruites.**

**Pour ne pas mourir de faim, on en vient à consommer des herbes sauvages.**

**Les consorts d'Argentière vendent leurs alpages de Balme aux habitants des Houches contre du grain. Cet accident climatique ne fait que renforcer l'offensive des glaciers. Le Petit Âge Glaciaire atteint**

**son paroxysme en cette première moitié du XIXe siècle. »**

En 1818, le glacier des Bossons menace de couper la vallée de Chamonix en deux, et un hôtelier se met à construire une auberge pour loger les voyageurs se retrouvant bloqués sur la route au niveau du lieu-dit les Montquarts<sup>2</sup>. Peu après, et juste avant la fin des travaux, le glacier commence toutefois à reculer doucement : l'accès à Chamonix est sauvé ! **Même si les guides ont installé leur bureau sur la place publique du village en 1823, les conditions de vie restent précaires et la venue des touristes est très aléatoire.**



Figure 3. Avancée du glacier des Bossons au début du XIXe siècle (à gauche) et installation du bureau des guides sur la place publique de Chamonix en 1823 (à droite), au pied des aiguilles de Chamonix (source : Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc).

**Au cours du XIXe siècle, le tourisme en montagne et l'activité des guides se développent puis s'intensifient.** En 1838, Chamonix compte déjà plus de cinq hôtels pour accueillir les voyageurs, et de plus en plus d'habitants rangent leurs charrues pour restaurer, loger, accompagner et parfois même porter – dans des chaises à bras – les touristes qui viennent chaque été plus nombreux. Les guides travaillent alors essentiellement en « moyenne montagne », conduisant leurs clients à pied ou à dos de mule vers plusieurs belvédères réputés de la vallée : La Flégère, Planpraz, La Floria, le Chapeau, le col de Balme, et surtout le Montenvers face à la Mer de Glace. Au cours de l'été 1874, les guides de la Compagnie réalisent 24000 courses et excursions, dont 44 ascensions du mont Blanc<sup>2</sup>.



## INTERROGATION FACE À LA FONTE DES GLACES

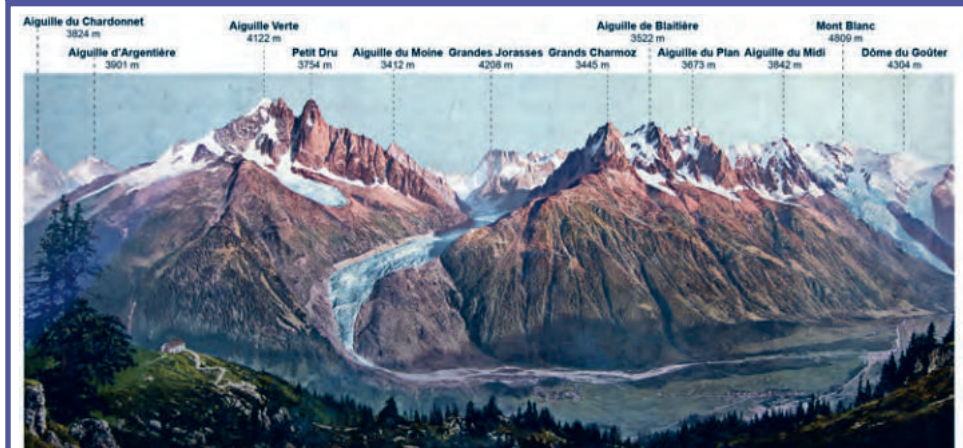


Figure 4. Le glacier des Bois et la grotte de l'Arveyron au début du XIXe siècle (source : Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc). En médaillon : les gorges de l'Arveyron aujourd'hui et les dalles des Mottets qui les bordent (photo : A. Delestrade).



**Pour la première fois, les guides s'inquiètent pour les glaciers dont le front recule à vue d'œil. Il en est ainsi quand le glacier des Bois, dont la fameuse grotte de l'Arveyron formée par le torrent émissaire du glacier, disparaît.** Cette dernière constituait pourtant un gagne-pain pour les guides et une sortie mémorable à proximité de Chamonix pour leurs clients. En 1853, la grotte ne s'était pas formée, comme en 1857. À partir de 1873, on ne la revit plus. Un siècle plus tard dans les années 1970, le célèbre guide **Gaston Rébuffat** témoigna de ce changement paysager<sup>3</sup> :

**Figure 5. Photographie réalisée depuis la Flégère en 1890, et indiquant certains sommets principaux du massif du Mont-Blanc (source : Coll. Amis du vieux Chamonix). Au centre de l'image, le glacier des Bois s'est retranché au niveau du verrou des Mottets. À l'aube du tourisme de montagne à l'année, la vallée est alors peu construite, laissant une large place aux activités agricoles et pastorales, dans le fond de la vallée comme dans les alpages d'altitude.**



**« Il n'y a pas d'or maintenant et il n'y a plus de glacier des Bois. La promenade est sûrement moins pittoresque, mais elle est restée très belle : le torrent issu de la Mer de Glace plonge dans des gorges extrêmement profondes et sauvages. »**

Cet épisode donne lieu à un premier exemple d'adaptation chez les guides face à l'évolution de leur environnement : ne pouvant plus visiter la grotte de glace, ils marchent avec leurs clients dans le fond des gorges jusqu'à des cascades. Aujourd'hui, le rocher des Mottets en rive gauche des gorges et celui du Chapeau en rive droite sont appréciés pour leurs jolis itinéraires d'escalade qui cheminent sur des dalles arrondies et striées par le glacier, entre mélèzes, bouleaux et épicéas.

À la fin du XIXe siècle, tous les plus grands et plus difficiles sommets des Alpes ont été gravés avec, à chaque fois, un guide présent dans la cordée : l'aiguille Verte (4 122 m) et le Cervin (4 478 m) en 1865, la Meije (3 984 m)

en 1877 et les Drus (3 754 m) en 1878 et 1879. **Avec l'arrivée de l'alpinisme « acrobatique » et la recherche de la difficulté, les guides sont propulsés de plus en plus vers la haute montagne.** La construction du train du Montenvers entre 1905 et 1909 et de plusieurs refuges, comme ceux de la Charpoua (2 841 m) et du Couvercle (2 679 m) en 1904, facilitent l'accès à des courses plus techniques et contribuent ainsi à la transformation du métier de guide. Au lieu de réaliser presque exclusivement des randonnées en moyenne montagne et l'ascension du mont Blanc, les guides proposent au début du XXe siècle une grande variété de courses à leurs clients dont les Courtes, les Drus, le Grépon, la dent du Requin, la dent du Géant, et l'aiguille du Moine. Ils commencent même à valoriser les falaises présentes en fond de vallée en raison de leur intérêt pédagogique et pour l'entraînement.

En 1928, sur une idée d'Alfred Couttet, les guides de la Compagnie nettoient le rocher des Gaillands et installent une « école d'escalade » qui reste aujourd'hui une référence en la matière.

**Jusque là, les guides travaillent seulement pendant la courte saison estivale et gardent souvent une autre activité, plus traditionnelle, pendant le reste de l'année. Ce fonctionnement commence à être bousculé à la fin du XIXe siècle avec l'arrivée du ski à Chamonix – depuis la Norvège – par le biais du Docteur Michel Payot.**

Au début, comme pour l'alpinisme, il s'agit de quelques aventures pionnières qui ne concernent que quelques-uns: la première traversée Chamonix-Zermatt réalisée en janvier 1903 par les guides Joseph Ravel « le Rouge », Joseph Couttet et Alfred Simond avec le Docteur Payot, et le premier mont Blanc à ski l'année suivante.

Le train qui monte à Chamonix depuis Le Fayet, construit en 1901, est équipé en 1906 d'un chasse-neige<sup>2</sup>. Désormais, les voyageurs peuvent se rendre à Chamonix toute l'année! **Il faut néanmoins attendre 1924 et les premiers Jeux olympiques d'hiver à Chamonix pour que le ski prenne véritablement son envol, et que le tourisme devienne une activité « à l'année ».**

**Si l'on s'intéresse au tourisme et à l'évolution des pratiques des guides, c'est parce que les variations du climat ne sont pas seules à façonner les paysages de montagne.** Bien que les activités humaines modifient les paysages alpins depuis des milliers d'années, l'impact de l'homme sur son environnement prend au XXe siècle une autre dimension. La croissance économique et les innovations technologiques ont conduit à une augmentation exponentielle de notre impact sur l'environnement, et les Alpes et la vallée de Chamonix ne font pas exception. Les milliers de voyageurs qui arrivent chaque année en train dans la petite bourgade ont besoin d'infrastructures touristiques dont la vallée n'avait jamais disposé auparavant: de grands hôtels de plus en plus luxueux remplacent progressivement les champs. Le fond de la vallée s'urbanise et le déclin de l'agriculture traditionnelle permet à la forêt de regagner du terrain sur



**Figure 6. Des alpinistes évoluant sur la traversée des Courtes (3856 m) dans les années 1920, avec les aiguilles Ravel et Mummery et la face nord du Triolet en arrière-plan (photo: Georges Tairraz II; source: Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc).**

les alpages. En parallèle de ces changements sociétaux, les années 1940 sont marquées par un léger réchauffement du climat. Les glaciers entament alors un petit retrait avant de se stabiliser à nouveau dans les années 1960<sup>4</sup>. **Roger Frison-Roche**, journaliste et guide à la Compagnie, témoigne dès 1959 des changements environnementaux qu'il observe autour de lui et de leurs conséquences sur la pratique de l'alpinisme<sup>5</sup>:



Figure 7. Chamonix en janvier 1924 lors de la « Semaine des sports d'hiver », les premiers Jeux olympiques d'hiver (photo : Auguste Couttet, Archives de Chamonix, Fonds Gay-Couttet, Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc).

**« En regardant et en me souvenant, je m'aperçois que tout a changé même dans la vallée. J'ai vu des glaciers disparaître, j'en ai vu s'écrouler, j'ai vu des vallées noyées par des barrages... J'ai vu des forêts également s'en aller. Les couloirs d'avalanche, ils créent le vide. Parmi mes ascensions, j'en ai fait il y a 25 ans, l'escalade était facile. Et je suis retourné et l'avalanche avait tout emporté : un passage est devenu presque impossible... »**

**Ses propos soulignent la notion de changement perpétuel qui caractérise la montagne et qui oblige les alpinistes et les guides à s'adapter en permanence.** Les aléas gravitaires comme les écroulements rocheux modifient les itinéraires d'alpinisme et, la plupart du temps, augmentent la difficulté technique des passages rencontrés.

**Au XXe siècle, les activités humaines continuent d'impacter fortement l'environnement du massif du Mont-Blanc.** Entre les années 1920 et 1960, de grands projets

d'aménagement de la montagne conduisent à son exploitation croissante. Alors que le Brévent est accessible en téléphérique depuis 1930, l'entrepreneur italien Lora Dino Totino annonce en 1946<sup>2</sup> un programme ambitieux : « Nous ferons le tour du Mont-Blanc à la verticale, en passant par-dessous et en revenant par-dessus la montagne. » En 1950, plusieurs guides chamoniards sont mobilisés pour porter un câble jusqu'au sommet de l'aiguille du Midi et le faire descendre dans la face nord alors que les dangers objectifs (chutes de pierres et de glace) sont importants. À l'été 1955, le plus haut téléphérique du monde transporte 1500 visiteurs par jour jusqu'au piton nord, à 3777 mètres d'altitude. Deux ans plus tard, un câble est tendu à travers la vallée Blanche et une télécabine transporte les premiers skieurs lors des fêtes de Noël de 1957. L'aspiration de Totino devient réalité quand, en septembre 1962, après quatre années de travaux intensifs, le chef du gouvernement italien et le premier ministre français se retrouvent sous le Mont-Blanc à l'occasion de l'inauguration d'un tunnel de 11,6 kilomètres.

Les décisions en faveur de l'aménagement de la montagne ont souvent été prises par les

grandes instances politiques et les guides eux-mêmes ont rarement été à l'initiative. Parfois, ils sont mandatés pour réaliser les travaux en altitude, mais surtout, ils vont intensément utiliser ces nouvelles infrastructures avec leurs clients. **Indéniablement, la construction des téléphériques a grandement facilité l'accès à la haute montagne et a transformé le métier et le quotidien des guides dans le massif.**

Désormais, ils peuvent enchaîner des courses et passer des saisons entières « là-haut ». Dans *Les 100 plus belles courses*<sup>3</sup>, **Gaston Rébuffat** s'interroge sur l'influence des remontées mécaniques sur le métier de guide :

**« Le massif du Mont-Blanc est un massif où l'on peut faire beaucoup de courses en très peu de temps, car les marches d'approches peuvent être extrêmement réduites. Il m'est arrivé de faire la traversée du Grépon et le mont Blanc par la Brenva en deux jours... Cela n'est en rien un exploit, il s'agit de courses classiques et d'horaires normaux. Par contre, il me semble que le manque de marches d'approche durant lesquelles l'esprit se repose constitue un handicap ; pendant ces deux jours et d'une manière générale pendant une période de beau temps, l'enchaînement des courses, hors marches d'approche, possible aujourd'hui grâce à la technique, au matériel et aux téléphériques, est une source de tension nerveuse continue... »**

Bénéficiant souvent des très bonnes conditions d'ascension, les guides en profitent pour renforcer leur image et leur clientèle : dans les années 1970-1980, les glaciers reprennent de la vigueur et les faces présentent d'importants volumes de

glace et de neige. **Les exploits d'alpinistes et de guides renommés comme Reinhold Messner, Christophe Profit, Éric Escoffier, Jean-Marc Boivin, Patrick Gabarrou, Patrick Berhault, François Marsigny et quelques autres renforcent l'aura des guides et des alpinistes de haut niveau auprès du grand public<sup>4</sup>.**

Les années 1970-1980 sont marquées par un léger refroidissement, avec des hivers très enneigés et une petite ré-avancée des glaciers. **Ce sera la dernière manifestation du froid soutenu dans la vallée, et pour longtemps. Car à partir des années 1990, les températures dans les Alpes commencent à augmenter sensiblement** (fig. 9). L'été 2003 marque un tournant avec une canicule hors norme en Europe, dans les Alpes et à Chamonix. Les températures restent au-dessus de 30 °C pendant de longues périodes et le regel en haute montagne est quasi inexistant pendant plusieurs semaines.

**Plus encore que la hausse des températures moyennes annuelles, ces « coups de chaud » ont un impact direct sur les paysages de montagne et, par extension, sur la pratique de l'alpinisme.** Les parois antérieurement cimentées par le gel se déstabilisent. Les écroulements se succèdent dans la face ouest des Drus : en 1997, 2003 et surtout en 2005, quand le pilier Bonatti s'effondre dans la nuit du 29 au 30 juin. Les étés 2003, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019 et 2020 sont marqués par des canicules d'une intensité jamais observée à Chamonix depuis le début des enregistrements en 1934.

**Le réchauffement des températures ces dernières années a également contribué à une fonte plus précoce de la neige au printemps : entre 1 100 et 2 500 mètres, l'enneigement s'est réduit de cinq semaines depuis les années 1970<sup>7</sup>.**



**Figure 8.** Escalade dans la face sud de l'aiguille du Midi et alpinisme estival dans la face nord des Droites dans les années 1960 [source : Archives de Chamonix, Fonds Contamine, Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc]. À cette époque, la couverture de neige et de glace est importante en haute montagne, même au cœur de l'été.

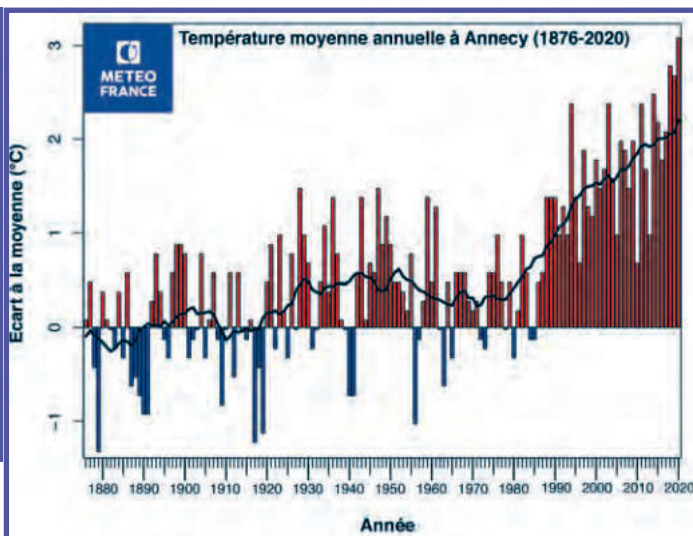
Un témoignage du guide **Jacques Cuenot** au sujet de l'évolution de l'itinéraire de la vallée Blanche depuis les années 1980 (fig. 10), fournit un exemple concret des effets du réchauffement climatique sur le métier de guide :

**« Années 1980**

**Aiguille du Midi, 3 842 mètres, ciel clair, une belle descente en neige poudreuse de la vallée Blanche nous attend...**

**Ayant déjoué le passage clé et scabreux entre les crevasses des séracs du Géant,**

**Figure 9.** Les températures moyennes annuelles mesurées à Annecy depuis 1876 illustrent le réchauffement observés dernières années (source : G. Brunot, Météo-France). Les écarts de température sont exprimés par rapport à la moyenne 1876-1905. La courbe noire représente une moyenne glissante sur 20 ans. Depuis 1876, la température moyenne à Annecy est passée de 9,4 à 11,7 °C, soit un réchauffement de +2,3 °C.



**glissé sur la Mer de Glace, et dépassé le Montenvers, c'est la fin de la partie haute montagne. Je me vois encore quitter le glacier, traverser à gauche et après quelques pas en escalier, rejoindre les Mottets sans être obligé d'enlever les skis... Quarante ans plus tard... La baisse globale des glaciers a tendance à en lisser la surface, ce qui simplifie le passage des séracs...**

**Mais pour la sortie, il n'y a plus de glacier. On quitte la langue terminale quelques dizaines de mètres avant de déchausser dans son lit abandonné.**

**Skis sur le sac et, selon la forme physique du moment, il faut 20 à 30 minutes pour remonter, dans la trace aléatoire de la moraine, les 150 mètres de dénivelé menant aux Mottets. La buvette est idéalement située pour une pause récupératrice, avant le retour sur Chamonix par la piste forestière. »**

Les conséquences sur l'alpinisme estival ainsi que sur le ski sont immédiates : **la Mer de Glace fond chaque année un peu plus devant les yeux des visiteurs du Montenvers** ; elle perd plusieurs dizaines de mètres chaque année en longueur et plusieurs mètres d'épaisseur. Le retrait glaciaire complique l'accès aux refuges, et nécessite l'aménagement des centaines de mètres d'échelle pour permettre aux alpinistes de franchir les moraines et les parois émergées des glaces. Les guides doivent éviter les courses de neige devenues trop sèches aux mois de juillet et août, et adapter leur pratique face à des conditions devenues de plus en plus délicates<sup>8</sup>.

**Plus que jamais, le patrimoine naturel du Mont-Blanc, qui a fait de ce massif une valeur sûre du tourisme et du métier de guide depuis bientôt 200 ans, est fragilisé par un réchauffement qui dépasse les variations climatiques naturelles déjà vécues par les Chamoniards tout au long des siècles passés.**



**Figure 10. Évolution de la Mer de Glace entre 1919 et 2019**  
(sources : Walter Mittelholzer, bibliothèque de l'ETH- Zürich & Kieran Baxter, Université de Dundee).

## LE MASSIF DU MONT-BLANC ET LE MÉTIER DE GUIDE DE NOS JOURS



Les changements profonds qui ont marqué les Alpes et le massif du Mont-Blanc – et par extension le métier de guide – depuis 1821 sont le résultat de deux forces majeures : 1) le développement du tourisme en lien avec des évolutions profondes de la société, et 2) les changements climatiques. Depuis le début de l'ère industrielle autour de 1850, nous mesurons un réchauffement de plus de +2 °C à Chamonix, et plus généralement dans les Alpes. C'est deux fois plus rapide que le réchauffement moyen dans l'hémisphère Nord (+0,9 °C)<sup>9</sup>. **Le massif du Mont-Blanc et les Alpes – milieux naturels très sensibles – sont, par**

**conséquent, des territoires particulièrement impactés par le réchauffement climatique.**

**Même si une augmentation de 2 °C peut paraître modeste, les conséquences sur les milieux naturels d'altitude sont spectaculaires.** Depuis le milieu du XIXe siècle, les glaciers alpins ont perdu la moitié de leur étendue<sup>10</sup>, la limite de la forêt dans le massif du Mont-Blanc est remontée de plus de 60 mètres depuis les années 1950<sup>11</sup>, et la végétation a commencé à s'installer là où les glaciers et les névés ont disparu. **La transition depuis une activité agricole et pastorale**



**vers un modèle économique fondé sur le tourisme a également bouleversé l'environnement de Chamonix.** À la place d'un chemin mal commode et utilisable uniquement à pied, la vallée est aujourd'hui desservie toute l'année par le rail, l'autoroute, et un tunnel sous le Mont-Blanc tandis que l'aéroport de Genève n'est situé qu'à une heure de voiture. Les sites d'altitude sont accessibles par des remontées sur les deux versants principaux du massif. Enfin, la vallée de Chamonix est passée d'une trentaine de maisons en 1816, essentiellement ramassées autour de l'église, à une vallée urbanisée avec près de 14 000 habitants, et surtout la capacité d'accueillir plus de 2,5 millions de visiteurs chaque année.

**Dans les chapitres qui suivent, nous ferons le point sur les changements climatiques à venir. Il s'avère que la situation actuelle n'est qu'une introduction aux changements attendus: l'histoire du métier de guide et du massif pourrait bien être bouleversée.**

**Figure 11. Le village d'Argentière en 1890 et 2015**  
(sources : Coll. Amis du vieux Chamonix et le CREA Mont-Blanc).



**Figure 12. Cartes du massif du Mont-Blanc et de la vallée de Chamonix.** En haut : carte dessinée en 1876 par E. Viollet-le-Duc (source : Collection Amis du vieux Chamonix). En bas : carte actuelle dressée par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) ; données SCAN<sup>25</sup> © IGN - 2016 - reproduction interdite).



## *Avant-propos*

*Le changement climatique est là, et la montagne en est l'un des témoins privilégiés : fonte des glaciers, avalanches, crues, baisse de l'enneigement, atteinte aux habitats d'espèces animales et végétales... Les guides de montagne sont en première ligne pour observer ces phénomènes.*

*Face aux défis auxquels les acteurs de la montagne font face, à la prise de conscience de la fragilité du modèle et à l'urgence de penser la résilience de ces territoires, les guides se font observateurs, lanceurs d'alerte, médiateurs et forces de proposition vers un nouveau modèle « quatre saisons » où l'on (re) marie activités et préservation de la nature dans un tourisme qui fait sens et dont la crise sanitaire a réaffirmé la pertinence.*

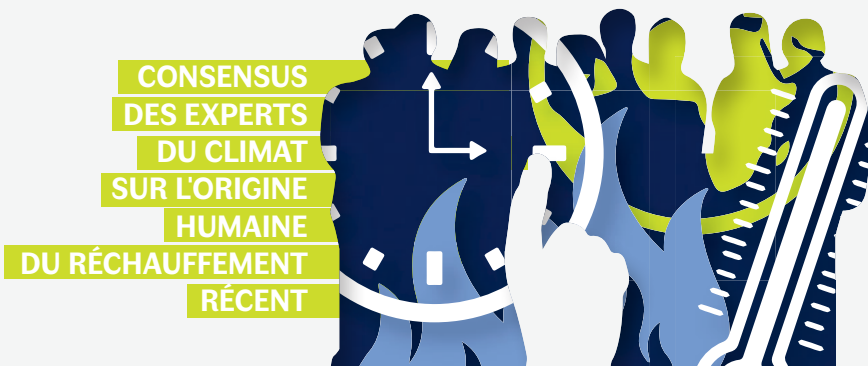
*Les territoires de montagne bénéficient d'incomparables atouts écologiques. Ouverts à tous, ils sont de formidables espaces d'émerveillement et de découverte de la faune et de la flore. Cette transition est un beau défi collectif qui requiert la mobilisation de tous. J'y prends ma part, notamment dans le déploiement de la stratégie nationale pour les aires protégées. Aujourd'hui 43 % de la superficie des massifs français est sous protection.*

*Les guides de montagne jouent un rôle essentiel dans ces écosystèmes, par leur témoignage, leur vécu et expérience, leur proximité, au quotidien, avec la nature dont nous ne sommes que partie. Protéger et défendre ces espaces naturels et les espèces qu'ils abritent, c'est protéger l'humanité, notre bien-être et notre santé. Mieux connaître, c'est aimer et donc préserver cette biodiversité de montagne, si belle et si fragile.*

*Merci d'en être les meilleurs ambassadeurs et de la partager avec nous !*

**Bérange Abba**

*Secrétaire d'État chargée de la Biodiversité*



## Chapitre 11 - UNE HISTOIRE D'ACCÉLÉRATION : LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN COURS ET À L'HORIZON 2050

**La totalité des experts du climat s'accordent sur le fait que les changements climatiques observés ces dernières décennies vont se poursuivre, voire s'intensifier au cours des prochaines années.** Les tendances observées actuellement et attendues pour les décennies à venir sont largement expliquées par l'augmentation croissante de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. La pollution particulaire, qui a atteint un maximum dans les années 1970 à 1980 en Europe, a contribué à masquer le réchauffement lié aux GES ces deux décennies, au cours desquelles les glaciers alpins ont marqué une pause dans leur recul, voire une légère avancée. Indirectement, l'amélioration de la qualité de l'air qui s'est produite dans nos régions depuis les années 1980 a contribué à l'accélération du réchauffement depuis une trentaine d'années dans les Alpes<sup>12,13</sup>.

Comme l'ensemble des surfaces continentales, les Alpes se réchauffent plus vite que les océans qui ont une plus grande inertie thermique. En outre, le recul de la couverture neigeuse laisse place à une surface sombre qui absorbe une plus grande proportion du rayonnement solaire, ce qui amplifie le réchauffement à des altitudes contrastées selon les saisons<sup>9</sup>.

**À l'échelle globale, les incertitudes concernant l'évolution du climat au cours du prochain siècle sont principalement dépendantes de l'évolution de nos sociétés dans les décennies à venir,** et non d'un manque de connaissances scientifiques. Si la communauté scientifique ne cesse de progresser quant à l'estimation des processus naturels et anthropiques qui affectent le climat à l'échelle régionale, **la question clé pour prédire le climat futur est**

**la suivante : quelles seront nos émissions de GES demain ?**

Dans cet ouvrage, nous nous sommes basés sur le scénario d'émissions qui correspond au maintien de notre modèle économique actuel, et cela jusqu'en 2050. Pourtant, d'ici 2050 le scénario choisi a relativement peu d'importance. À cause de l'inertie du système climatique, les conséquences de nos actions et décisions engagées aujourd'hui seront perceptibles seulement d'ici une trentaine d'années, c'est-à-dire après 2050. Dans la même logique, et en lien direct avec les GES émis au cours des dernières décennies, on attend pour les 30 prochaines années une poursuite du réchauffement climatique dans tous les cas.

**Quels changements climatiques sont donc attendus à l'horizon 2050 ?** Nous devons tableer pour 2050 sur un réchauffement additionnel des températures moyennes annuelles à Chamonix et au niveau des Alpes françaises **entre +1,5 et +2,5 °C** (par rapport à la moyenne 1973-2013)<sup>14</sup>. En prenant du recul, on s'aperçoit que **nous allons subir au cours des 30 prochaines années un réchauffement aussi intense que la hausse des températures observée en moyenne durant les 150 dernières années.**

**Dans les prochaines décennies, le réchauffement sera particulièrement marqué en été :** on s'attend à une hausse d'environ +2 à +3 °C en moyenne pendant les mois de juin, juillet et août. Sur le terrain, +3 °C correspond à une remontée de la limite du regel (isotherme 0 °C) l'été de l'ordre de 400 mètres, passant d'environ 3800 mètres aujourd'hui à 4 200 mètres<sup>14</sup>.

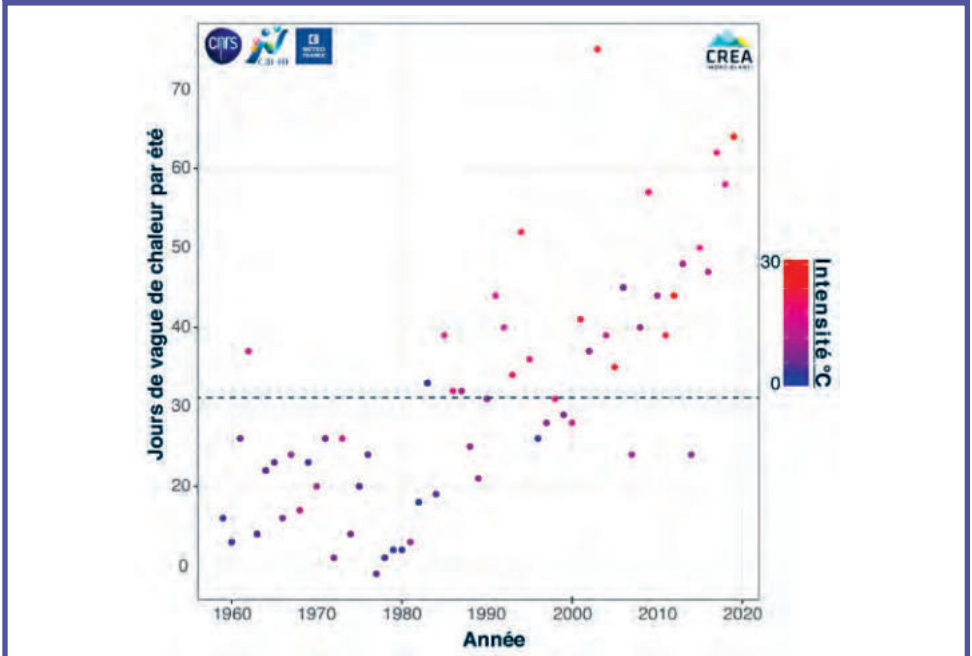
Les canicules, de plus en plus fréquentes depuis le début des années 2000 et si destructrices pour les milieux montagnards froids, risquent d'être à la fois plus intenses et plus longues. **En moyenne montagne, dans le secteur du Mont-Blanc, on s'attend à passer de 5-10 jours de canicule estivale actuellement à 20-30 jours en 2050<sup>14</sup>.** Les vagues de chaleur estivales, qui sont des événements moins extrêmes que les canicules mais également très dommageables pour l'environnement de montagne, vont aussi se prolonger et s'intensifier (fig. 13).

**Le recul dans l'espace et dans le temps du regel estival aura une forte incidence sur les conditions rencontrées par les guides et leurs clients lors des courses d'alpinisme :** le regel de la neige en

dessous de 4000 m d'altitude sera plus aléatoire, les pierres seront moins stabilisées par la glace et la neige, et la couverture neigeuse essentielle pour fréquenter certains glaciers et couloirs disparaîtra plus tôt dans la saison. Nous verrons plus en détail dans le chapitre suivant les conséquences de ce réchauffement sur les milieux de haute montagne et sur la pratique de l'alpinisme.

**Nous pouvons citer au moins une bonne nouvelle par rapport au changement climatique attendu :** les modèles climatiques prévoient une augmentation du nombre de jours considérés « excellents ou agréables » au-dessus de 1500 mètres en début d'été et à l'automne<sup>14</sup>. **Le prolongement de la saison de beau temps en début et en fin d'été en**

**Figure 13. Évolution de la durée (nb. de jours) et de l'intensité (°C) des vagues de chaleur estivales pour la période juin-juillet-août entre 1959 et 2019 dans le massif du Mont-Blanc, à 2 100 mètres d'altitude.** Une vague de chaleur est définie comme au moins 3 jours consécutifs avec des températures supérieures à la norme 1981-2010. Les points roses et rouges indiquent des excès de température particulièrement intenses par rapport aux températures normales. **Depuis les années 1990 et surtout à partir de 2000, la durée et l'intensité des vagues de chaleur ont significativement augmenté.** Le trait pointillé horizontal correspond à la moyenne du nombre de jours de vague de chaleur par été sur toute la période (1959-2019 ; source des données : Météo-France - CNRS (CNRM), R. Samacoïts, S. Morin).



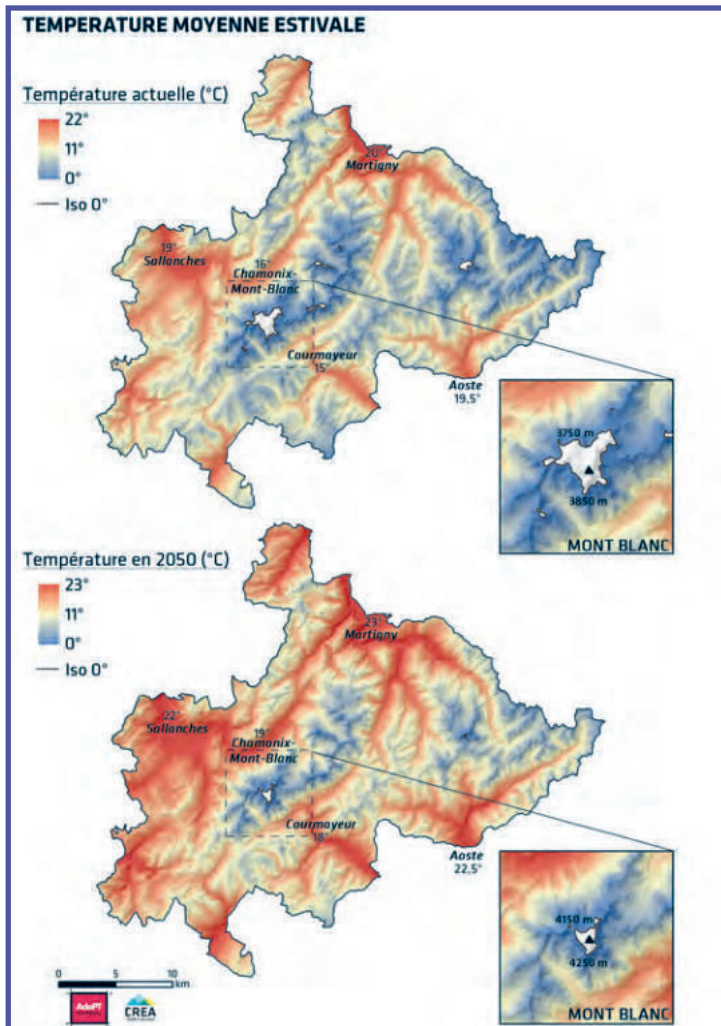


Figure 14. Cartes des températures moyennes estivales dans le massif du Mont-Blanc, actuellement et en 2050. L'isotherme 0 °C, qui représente la limite inférieure de regel, remontera d'environ 400 mètres en altitude d'ici 2050. Seuls le sommet du mont Blanc et quelques autres hauts sommets resteront au-dessus de la limite du dégel (source: WSL CHELSA<sup>16</sup>, analyse: CREA Mont-Blanc, projet AdaPT MB<sup>14</sup>).

**montagne devrait rendre celle-ci d'autant plus attractive, et faciliter l'exercice des métiers de guide et d'accompagnateur sur des périodes actuellement considérées hors saison.**

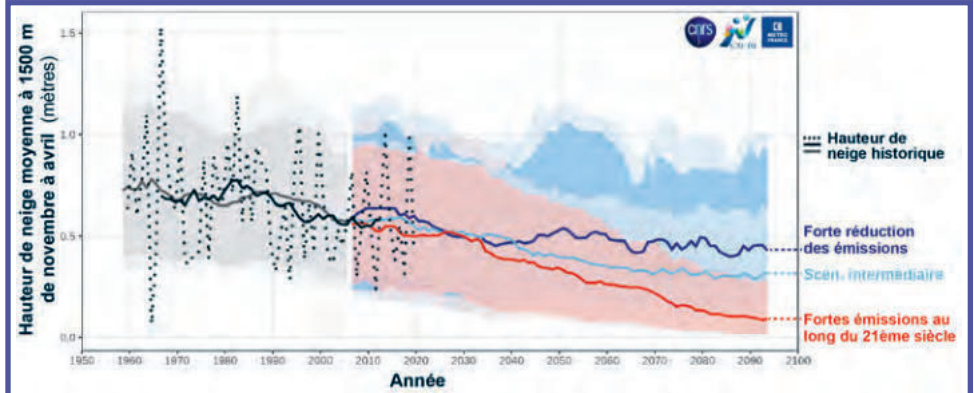
Les précipitations sont une variable plus délicate à appréhender avec les modèles de climat. En outre, les variations de précipitations dans les Alpes sont contrastées à la fois spatialement et saisonnièrement : au cours des dernières décennies, l'assèchement marqué du pourtour méditerranéen affecte largement les Alpes du

Sud en été, tandis qu'une légère augmentation des précipitations hivernales est visible dans les Alpes du Nord en hiver, en moyenne sur le siècle dernier. On observe par ailleurs depuis 1900 une augmentation des événements de précipitations intenses sur l'ensemble des Alpes et pour toutes les saisons<sup>17</sup>, un signal qui va s'amplifier au cours du prochain siècle<sup>18</sup>. **L'intensification des fortes précipitations est susceptible d'augmenter la fréquence et l'intensité des crues et des laves torrentielles.**

## Avec la hausse des températures estivales dans les Alpes, il est fort probable que les sécheresses s'intensifient dans les fonds de vallée et même jusqu'en moyenne montagne.

D'autres massifs moins arrosés que le Mont-Blanc, comme celui des Écrins ou du Mercantour, risquent d'être encore plus lourdement frappés par ces sécheresses<sup>19</sup>. En hiver, les modèles prévoient une légère augmentation des précipitations dans les Alpes du Nord, mais celle-ci sera accompagnée par une hausse en altitude de la limite pluie neige. Ainsi, cela ne se traduira pas par un plus fort enneigement dans les vallées.

**Figure 15. Évolution de la hauteur de neige à 1500 mètres dans le massif du Mont-Blanc entre 1959 et 2100.** Les points et la courbe en noir représentent la hauteur de neige observée à 1500 mètres entre 1959 et aujourd'hui. La courbe grise montre les valeurs historiques modélisées. Pour le futur, la courbe bleue foncée correspond à un scénario à forte réduction des émissions de GES, atteignant quasiment la neutralité carbone d'ici 2050. La courbe bleue claire correspond à un scénario intermédiaire dans lequel les émissions se poursuivent avant de décliner après 2050. La courbe rouge correspond à un scénario à fortes émissions de GES tout au long du XXI<sup>e</sup> siècle. Au cours de ce dernier, **la neige en moyenne montagne deviendra beaucoup plus rare, atteignant rarement des valeurs rencontrées couramment de nos jours d'ici la fin du siècle.** Les bandes de couleur représentent la gamme des valeurs possibles pour chaque modèle [source : Météo-France - CNRS (CNRM), R. Samacoïts, S. Morin].



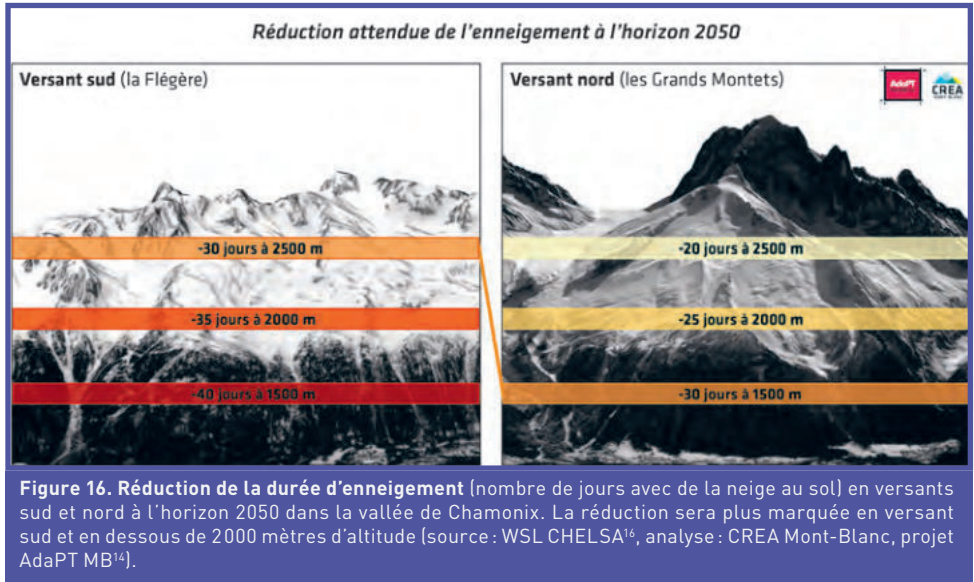
Si l'été concentre une part importante des changements climatiques en cours et à venir, il est toutefois indispensable d'évoquer l'évolution future de la durée de l'enneigement au sol. Comme évoqué plus haut, l'enneigement dépend essentiellement de deux facteurs : les précipitations et les températures. Si les températures sont inférieures ou proches de 0 °C, les précipitations arrivent au sol sous forme de neige. Nous nous attendons à une hausse des températures hivernales et printanières d'entre 1 et 2 °C, donc légèrement moins marquée qu'en été<sup>14</sup>. Néanmoins, **la combinaison d'une hausse de la limite pluie neige en hiver et**

**des températures printanières plus chaudes va conduire à une réduction de la durée de l'enneigement au sol, en particulier sur les versants ensoleillés.** En 2050, la durée de l'enneigement en versant sud risque de diminuer, selon l'altitude, de 30 à 40 jours par rapport à aujourd'hui, avec une diminution plus importante attendue en dessous de 2000 mètres (fig. 16). Les versants nord seront un peu moins touchés ; ils risquent de perdre entre 20 et 30 jours d'enneigement d'ici 2050<sup>14</sup>. Au-dessus de 4000 mètres d'altitude, les températures resteront suffisamment froides pour maintenir une durée d'enneigement

relativement stable par rapport à aujourd'hui... mais ces très hautes altitudes ne correspondent qu'à une petite partie du terrain d'exercice des guides de haute montagne.

L'amplification des changements de température et de précipitations, associée à

**La rapidité du réchauffement actuel pose un défi d'adaptation sans précédent, non seulement aux guides, mais à l'ensemble des habitants et milieux montagnards.** Ce défi d'adaptation devra être relevé pendant les prochaines années quelles que soient les politiques de réduction des émissions de GES au niveau mondial, puisque les



**Figure 16. Réduction de la durée d'enneigement** (nombre de jours avec de la neige au sol) en versants sud et nord à l'horizon 2050 dans la vallée de Chamonix. La réduction sera plus marquée en versant sud et en dessous de 2000 mètres d'altitude (source : WSL CHELSA<sup>16</sup>, analyse : CREA Mont-Blanc, projet AdaPT MB<sup>14</sup>).

un recul marqué de la couverture neigeuse et à une quasi-disparition des glaciers alpins d'ici la fin du XXIe siècle impacteront aussi les débits des cours d'eau. **Dans un scénario « fortes émissions », on estime que d'ici 2100, le débit de l'Arve augmentera de 85 % en hiver, et diminuera de 40 % en été<sup>20</sup>.**

**L'accélération du réchauffement climatique actuel dépasse largement les variations climatiques connues et vécues par les guides depuis 200 ans. Le lien entre l'emballement du changement climatique et les activités humaines est certain : sur une période si courte et en causalité directe avec nos émissions de GES, il ne s'agit en aucun cas d'une fluctuation naturelle du climat, comme c'était le cas par exemple lors du Petit Âge Glaciaire.**

effets de celles-ci ne seront perceptibles qu'une trentaine d'années après leur mise en œuvre, en raison de l'inertie du système climatique. C'est donc la prochaine génération qui bénéficiera des effets positifs de ces politiques si elles sont effectivement conduites.

**Nous avons la responsabilité d'agir dès aujourd'hui, non seulement pour atténuer le changement climatique dans les prochaines décennies, mais aussi pour faire face à d'autres crises environnementales immédiates et tout aussi urgentes, telles que la dégradation des habitats et le déclin de la biodiversité. Notre grand défi collectif est de mettre en œuvre des solutions qui répondront à l'ensemble de ces enjeux environnementaux et qui porteront leurs fruits à la fois sur le court et le long terme.**



200  
-ANS-



*En cette année 2021, la Compagnie des guides de Chamonix célèbre ses 200 ans. Cet anniversaire est l'occasion d'honorer cette prestigieuse institution, ses valeurs ainsi que les femmes et hommes qui la font perdurer depuis tant d'années. Son exceptionnelle longévité est le signe d'une formidable capacité d'adaptation à travers le temps. Aujourd'hui, la Compagnie des guides comme l'ensemble de notre société est, certainement, face à son plus grand défi : le réchauffement climatique. Cette réalité questionne nos modes de vie présents et futurs. Ce bicentenaire doit aussi être un temps de réflexion sur ce sujet majeur.*

*Face aux effets accélérés du réchauffement climatique en montagne, la gestion du massif du Mont-Blanc nécessite une approche globale pour en trouver des réponses communes. C'est avec cette conviction que l'Espace Mont-Blanc s'est emparé de cette problématique. C'est en 1991, à l'initiative des élus du territoire, que la structure de coopération politique Conférence Transfrontalière Mont-Blanc émerge. Les acteurs trinationalaux de l'Espace Mont-Blanc s'engagent alors dans une démarche de concertation permettant d'appliquer sur le territoire des politiques communes de protection et de valorisation du patrimoine, tant naturel que culturel.*

*Aujourd'hui, ce sont 50 communes situées en Haute-Savoie, Savoie, Vallée d'Aoste et en Valais qui mettent en œuvre des politiques publiques cohérentes au-delà des frontières. Cette coopération permet de mutualiser les compétences et les domaines d'excellence de chaque versant du Mont-Blanc. Initialement environnementale, les thématiques de coopération se sont diversifiées avec la mise en place de nombreux dispositifs pour une gestion coordonnée du territoire tant en matière de risques naturels, de fréquentation touristique, d'innovation, de transport, d'agriculture de montagne, de gestion des patrimoines naturels et culturels des vallées ou d'adaptation aux changements climatiques.*

*Le projet scientifique « Adapt Mont-Blanc » est une belle illustration de cette coopération. Son objectif est le développement d'outils de planification et de gestion du territoire pour l'adaptation aux changements climatiques, cela à travers une démarche participative et une approche intersectorielle. Le Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA), missionné à cet effet par la Communauté de Communes de la Vallée du Mont-Blanc, a fortement contribué à ce projet dont les résultats sont largement repris dans ce livret, preuve de leur pertinence et fiabilité.*

*Les guides sont les premiers témoins des impacts du changement climatique sur la montagne qu'ils parcourent au quotidien. Dans ce livret, ils présentent leur constat de ces modifications depuis 200 ans et les nécessaires modifications dans leur métier. Il apporte aussi, avec pragmatisme, des préconisations pour réinventer leurs pratiques.*

**Éric Fournier**

Maire de Chamonix-Mont-Blanc

Président de la Communauté de Communes de la Vallée de Chamonix-Mont-Blanc



## Chapitre III - CONSÉQUENCES DU RÉCHAUFFEMENT SUR LES MILIEUX ET LES MÉTIERS DE MONTAGNE

Entre le milieu et la fin du XIXe siècle, les glaciers alpins se sont retirés d'abord en raison d'une baisse des précipitations liée à la variabilité naturelle du climat, et donc d'une moindre accumulation de neige. **À partir du début du XXe siècle, et plus encore depuis trois décennies, ce sont bien les températures de l'air qui sont à l'origine de la poursuite, puis de l'accélération du retrait des glaciers en raison d'une forte hausse des émissions de gaz à effet de serre (GES).**

Qu'il s'agisse des grands glaciers de vallée ou des petites couvertures de glace présentes sur certaines faces nord, **les glaciers ne sont pas les seuls témoignages du changement climatique en montagne.** À partir d'une certaine altitude, les parois rocheuses sont affectées par un gel permanent (permafrost ou pergélisol) qui participe à maintenir leur cohésion grâce à la présence de glace stabilisatrice dans les fissures et les anfractuosités des terrains. Avec l'augmentation des températures de l'air et, par suite, de celles des versants, ce sont des pans rocheux tout entiers qui peuvent se détacher. **Les montagnards, et en particuliers les guides, sont dès lors aux premières loges pour assister aux effets du réchauffement climatique et voient leur milieu de pratique se dégrader.** L'alpinisme, activité emblématique des milieux de haute montagne, est ainsi la pratique sportive probablement la plus affectée par le changement climatique.

En 1973, après trois décennies à faire le métier de guide – notamment en tant qu'instructeur à l'École nationale de ski et d'alpinisme ainsi qu'à l'École militaire de haute montagne, et en tant que membre de la Compagnie des guides de Chamonix – **Gaston Rébuffat (1921-1985) publia le premier topo-guide d'une collection de référence intitulée *Les 100 plus belles courses***<sup>3</sup> qu'il allait diriger. Rébuffat sélectionna 100 itinéraires dans ce massif, depuis des courses d'initiation jusqu'aux itinéraires les plus prestigieux. On trouve ainsi, parmi les premiers itinéraires décrits, la fameuse « école de glace » du glacier des Bossons où de nombreuses générations d'alpinistes ont fait leurs gammes avec crampons et piolets tandis que la n° 100 traite d'une « très grande course alpine » : le pilier central du Frêne y sur le versant italien du mont Blanc.

DEGRADATION  
DES PLUS BELLES  
COURSES



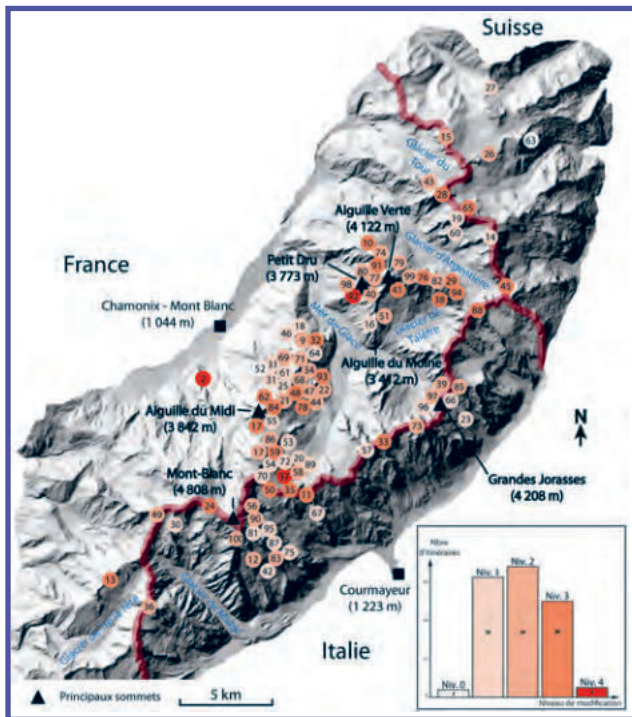


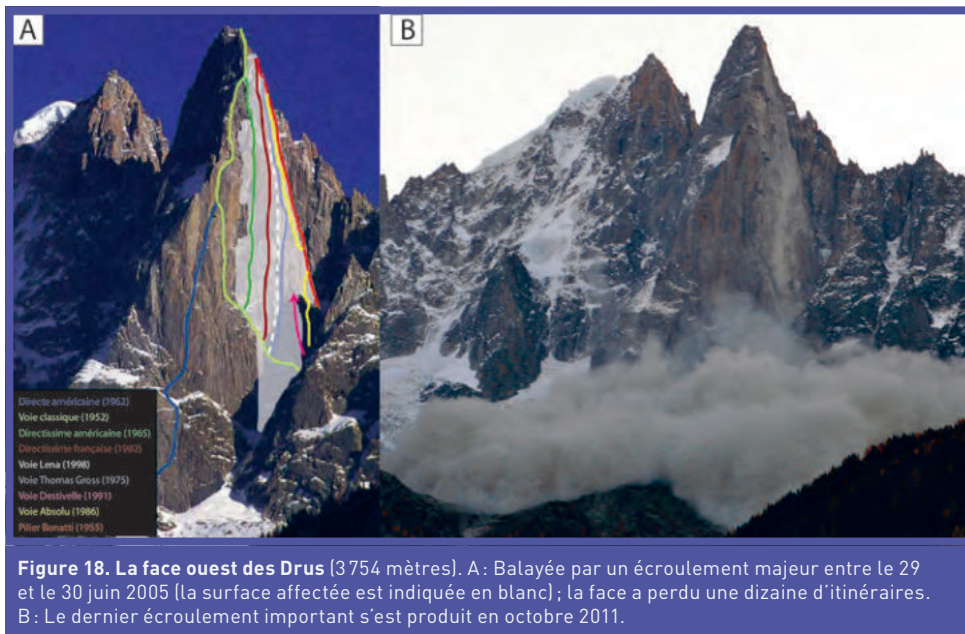
Figure 17. Localisation des *Les 100 plus belles courses* du massif du Mont-Blanc de G. Rébuffat (1973) et évolution des itinéraires avec le réchauffement climatique depuis le niveau 0 [absence de changement] jusqu'au niveau 4 [disparition de l'itinéraire] <sup>8</sup>.

**Près d'un demi-siècle plus tard, Rébuffat serait surpris de voir à quel point les courses sélectionnées en 1973 ont été transformées par le changement climatique!** Un travail de recherche<sup>8</sup> – cité dans le dernier rapport du GIEC et largement relayé par les médias – a même été consacré à cette évolution. Les résultats de l'étude sont édifiants : 34 itinéraires ont été modérément modifiés, 26 fortement modifiés et 3 ont entièrement disparu (fig. 17). Plus du tiers des itinéraires décrits sont devenus infréquentables en plein été, à moins d'être prêt à s'engager avec de très mauvaises conditions. Seuls deux itinéraires restent inchangés depuis 1973.

**Parmi les courses qui incarnent le mieux le phénomène d'accélération du réchauffement climatique, le regard se tourne rapidement vers la face ouest des Drus. C'est ici que la marque du réchauffement est la plus visible et la plus impressionnante.** Pourtant,

cette vision est assez réductrice puisque l'écroulement des Drus de juin 2005, pour impressionnant qu'il fut avec ses 292000 mètres cubes de granite déstabilisés et la disparition d'itinéraires célèbres (fig. 18), n'a été provoqué que par un seul processus lié au réchauffement climatique, à savoir la dégradation du permafrost<sup>21</sup>. Or, **25 processus glaciologiques et géomorphologiques directement liés au réchauffement climatique affectent les itinéraires du massif du Mont-Blanc.** La traversée des dômes de Miage est par exemple sujette à 20 processus : les crevasses sont de plus en plus présentes, l'arête sommitale est plus fine, la descente ne se fait plus sur de la neige mais sur de la glace, les écroulements sont plus fréquents dans l'aiguille de la Bérençère, etc.

**Nous allons ici détailler quelques-uns de ces processus, à la manière de l'alpiniste, c'est-à-dire depuis l'aval vers l'amont.**



**Figure 18. La face ouest des Drus (3754 mètres).** A : Balayée par un écoulement majeur entre le 29 et le 30 juin 2005 (la surface affectée est indiquée en blanc) ; la face a perdu une dizaine d'itinéraires. B : Le dernier écoulement important s'est produit en octobre 2011.

## LE RETRAIT GLACIAIRE ET SON CORTÈGE DE CONSÉQUENCES SUR L'ALPINISME

**L'alpinisme dispose de deux principales « portes d'entrée » : l'école d'escalade pour découvrir la gestuelle et les techniques de l'escalade rocheuse, et l'école de glace pour apprendre à utiliser les crampons, à manier le piolet, et à marcher encordé.** Il y a quelques décennies, on venait ainsi à Chamonix pour découvrir et pratiquer l'escalade, notamment sur le rocher des Gaillands, celui-là même que les guides de la Compagnie ont commencé à arpenter avec leurs clients il y a près d'un siècle. Aujourd'hui, alors que l'escalade s'apprête à devenir sport olympique à Tokyo, la pratique bénéficie de la multiplication des lieux de pratique urbains : il existe en France une centaine de salles d'escalade qui tendent potentiellement à éloigner de plus en plus de la haute montagne les grimpeurs en devenir.

**La découverte (ou l'entraînement) des techniques de base de l'alpinisme à l'occasion d'une école de glace se porte plus mal encore**

**puisque le support lui-même – les langues de glace de basse altitude – disparaît.**

Depuis la fin du Petit Âge Glaciaire, les glaciers français ont perdu plus de la moitié de leur surface et un quart depuis le milieu des années 1980<sup>10</sup> ; bien entendu, ce sont les secteurs de basse altitude qui ont été les plus affectés. Ce sont justement ces secteurs peu pentus et rapidement accessibles qui ont été pendant des décennies le théâtre de l'initiation des novices comme de l'entraînement des plus aguerris. Site par excellence jusqu'au milieu des années 1990, la langue terminale du glacier des Bossons présentait un front se terminant à 1200 mètres d'altitude et dont la morphologie permettait des difficultés très variées (fig. 19). En 30 ans, le glacier a perdu une longueur de près d'un kilomètre. Le front est aujourd'hui inaccessible et très dangereux. Un peu plus haut, à 1750 mètres d'altitude, le Plateau des Pyramides a lui aussi été abandonné car trop

dangereux (chutes de séracs, avalanches). Les « écoles » se sont ainsi déplacées vers la Mer de Glace (1 650 m).

**D'abord réalisables à la demi-journée, ces écoles nécessitent aujourd'hui la journée compte tenu de la perte d'épaisseur du glacier (-140 m sous le Montanvers depuis 1986; fig. 20), de l'allongement du temps d'accès, et du développement d'une couverture détritique (couche de cailloux) sur toute la partie basse du glacier.** Il faut donc marcher durant plus de 1 h30, au-delà de « L'Angle », pour cramponner et rejoindre « les Moulins » pour trouver des portions raides. Le glacier d'Argentière (2 500 m), le col des Grands Montets (3 230 m), voire le col du Géant (3 356 m, plutôt orienté « école de neige ») sont maintenant privilégiés.

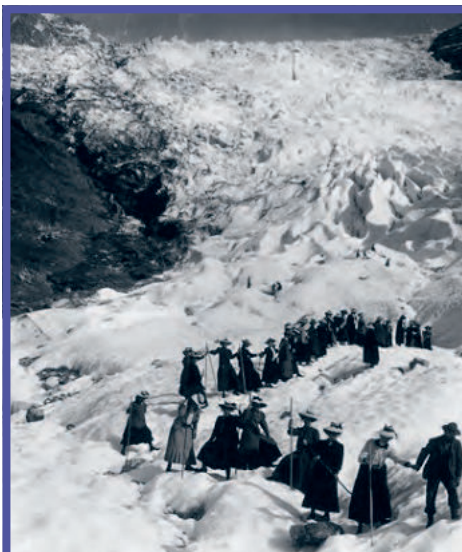


Figure 19. « Balade » sur la langue du glacier des Bossons au début du XXe siècle (photo : Séeberger Frères).



Figure 20. Perte d'épaisseur de la Mer de Glace dans le secteur de l'ancienne gare en aval du téléphérique conduisant à la grotte de glace<sup>22</sup>. En haut : vues vers l'amont. En bas : vues vers l'aval. La surface du glacier est aujourd'hui située 140 mètres plus bas en altitude.

**La fonte intense des glaciers, en particulier réperable à travers la perte de longueur et d'épaisseur des langues glaciaires, est aussi à l'origine d'une difficulté accrue d'accès à la haute montagne et notamment aux refuges, supports de la pratique de l'alpinisme, situés en moyenne autour de 3 000 mètres d'altitude. Le cas du bassin de la Mer de Glace en est un exemple emblématique<sup>23</sup>.**

**Les stratégies d'adaptation mises en œuvre pour maintenir l'accessibilité des cinq refuges du bassin (équipements; fig. 21) sont efficaces mais posent des problèmes de financement, d'éthique et juridiques.**

Depuis le début du XXe siècle, pour les accès aux refuges du bassin de la Mer de Glace, il apparaît que la perte d'épaisseur du glacier et la dégradation associée des moraines latérales ont donné lieu à de nombreuses modifications des itinéraires, surtout depuis les années 1990. Malgré cela, leur dangerosité s'accroît tout comme la nécessité de les équiper (plus de 650 mètres de dénivelé

d'échelles actuellement), remettant en question l'accessibilité future des refuges.

**Parfois, le retrait glaciaire va jusqu'à remettre en question l'équilibre des versants.**

Non seulement les moraines se déstabilisent mais les versants rocheux peuvent également être déséquilibrés lors du retrait des glaciers et parfois bien plus tard : c'est la « décompression post-glaciaire ». Lorsqu'un glacier est présent dans une vallée, il exerce des pressions sur le fond et les côtés de la vallée. Lorsqu'il se retire, les versants se détendent, ce qui peut être à l'origine de mouvements rocheux.

**Certaines infrastructures peuvent même être impactées** comme la gare de télécabine de Moosfluh sur la rive gauche du glacier d'Aletsch en Suisse (le plus grand glacier des Alpes, 22 kilomètres) ou **le refuge de la Pilatte (2577 m) dans le massif des Écrins, un bâtiment dont l'importante fissuration d'un mur à la fin des années 2000 avait inquiété le gestionnaire.**

**Figure 21. Conserver l'accessibilité des refuges de haute montagne grâce à la mise en place d'équipements : un travail d'aménagement délicat. À gauche : les 90 mètres d'échelles reliant le train du Montenvers à la Mer de Glace (photo : J. Mourey) ; à droite : la passerelle de 190 mètres de long au-dessus du front du glacier de Corbassière (Valais, Suisse) permettant d'accéder à la cabane de Panossière (2641 m ; photo : J.-L. Pitteloud).**



**Les effets de la fonte des glaciers ne sont pas uniquement visibles au niveau des langues glaciaires. Plus à l'amont, les glaciers perdent également de l'épaisseur année après année et cela a d'autres conséquences sur la pratique de l'alpinisme : les itinéraires rocheux s'allongent !** Légèrement à l'amont de la confluence entre les glaciers du Tacul et de Leschaux donnant naissance à la Mer de Glace, les « Dalles sous l'Envers » était – côté Tacul – un secteur apprécié pour ses itinéraires rocheux sur des dalles érodées par le glacier. Ainsi, dans les années 1980, sont nés des itinéraires comme *20000 lieues sous la neige* ou *Le Pilier des rhodo-dindons* sous le tamponnoir de Michel Piola, équipier prolifique. Aujourd'hui, le départ historique de ces voies est perché à près de 80 mètres au-dessus de la surface du glacier (fig. 22) et les nouvelles longueurs

apparues sont d'un niveau bien supérieur au reste des itinéraires. Par conséquent, ces voies deviennent délaissées, et sont seulement accessibles en rappel depuis le sentier d'accès au refuge de l'Envers des Aiguilles (2493 m). On retrouve – dans une moindre mesure – cette situation à plus haute altitude encore : sur le pilastre sud-est de l'aiguille du Midi, la voie Rébuffat-Baquet a été tracée en 1956 ; son départ historique est maintenant situé près de 35 mètres au-dessus de la surface du glacier du Géant. Ainsi, même dans leur zone d'accumulation, les glaciers s'amenuisent.

**De très nombreuses voies rocheuses deviennent inaccessibles ou perdent leur esthétique et leur logique en fonction de la nature et de la difficulté des terrains récemment désenglacés.**



Figure 22. Les départs historiques des itinéraires rocheux tracés sur les dalles inférieures de l'Envers des Aiguilles sont maintenant perchés à plusieurs dizaines de mètres au-dessus de la surface du glacier !

Plus haut encore, et/ou dans les faces nord, **des petits appareils glaciaires très méconnus font aussi les frais du réchauffement climatique : il s'agit des couvertures glacio-nivales.**

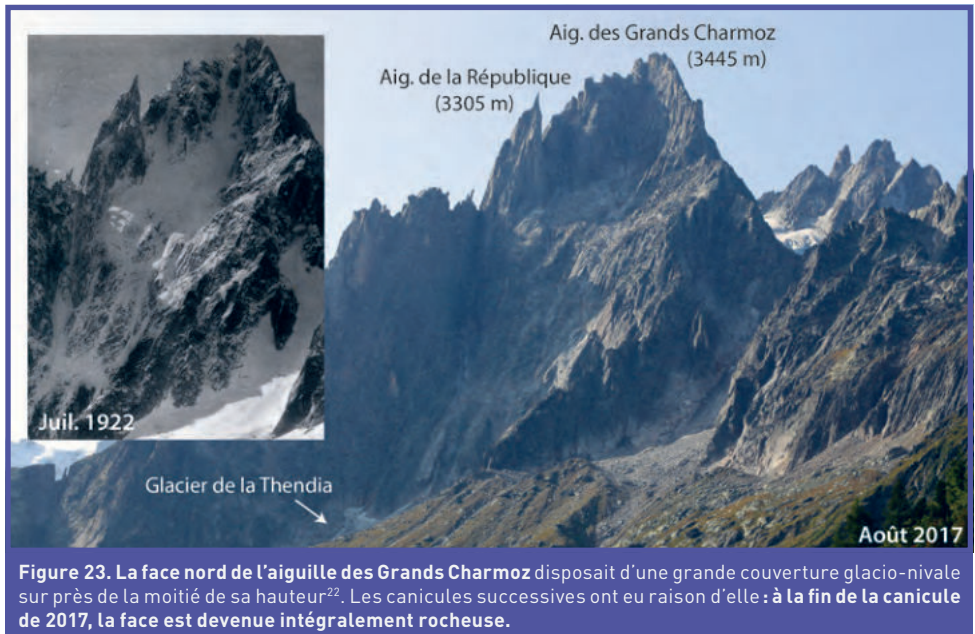
Ces masses de glace de faible épaisseur, collées à la roche en raison de leur température négative, sont une condition de la pratique de l'alpinisme. Les exemples sont pléthores dans les faces nord : l'aiguille Verte, les Droites, les Grandes Jorasses (et notamment le « Linceul »), la Tour Ronde, le Triangle du Tacul... Les trois dernières ont été étudiées spécifiquement du point de vue de l'évolution de leur surface<sup>24</sup>.

Toutes les couvertures glacio-nivales se sont réduites entre la fin du Petit Âge Glaciaire et les années 1950 avant de reprendre de la vigueur jusque dans les années 1990. Le début du XXI<sup>e</sup> siècle est au contraire marqué par d'importantes pertes de surface. Dans la

face nord de l'aiguille des Grands Charmoz, la couverture a même fini par disparaître intégralement suite à la canicule de 2017<sup>22</sup> (fig. 23).

**Pour les alpinistes, les conséquences sont importantes. Les pentes autrefois couvertes de neige et relativement faciles à cramponner sont de plus en plus souvent « en glace » et se redressent** (accroissement de l'angle de pente), augmentant significativement la technicité requise pour leur ascension tandis que les risques de dévissage sont accrus.

Par ailleurs, leur glace fondant, **de nombreux secteurs sont à présent rocheux et instables**, la gangue de glace ne cimentant plus les blocs. En fin d'été, le pied des couvertures glacio-nivales peut alors ressembler à un éboulis comme ces dernières années au pied de la face nord de la Tour Ronde.



Tout comme les couvertures glacio-nivales, **les glaciers suspendus** sont des appareils glaciaires « froids » c'est-à-dire que la glace qui les compose est à une température largement négative, ce qui les fait « coller » à la roche. Mais contrairement aux couvertures, les glaciers suspendus ont un front proéminent et raide duquel se détachent régulièrement des blocs de glace, les séracs. Ces chutes de séracs font peser un risque non négligeable sur les alpinistes. Cependant, le principal risque est à venir du fait du réchauffement climatique et il pourrait affecter jusqu'aux

## LES PAROIS GRANITIKES DU MASSIF DU MONT BLANC... DÉSTABILISÉES PAR LE RÉCHAUFFEMENT !

**Les pentes longues et raides des versants de haute montagne amplifient les processus géomorphologiques.** Parfois, des pans entiers de versant se déstabilisent, comme récemment au Piz Cengalo (3369 m, massif de la Bernina, Suisse) qui a été plusieurs fois sujet à des écroulements (volume de roche > 100 mètres cubes) voire à des avalanches rocheuses (volume > 1 million mètres cubes)

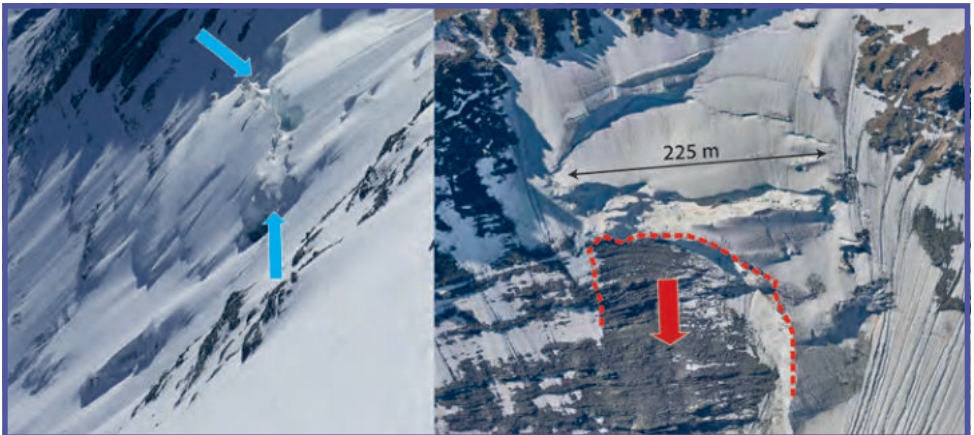


Figure 24. La déstabilisation partielle du glacier suspendu du versant nord de la Grande Casse (3855 m, massif de la Vanoise) du printemps 2020. À gauche : développement d'une crevasse transversale. À droite : vue d'hélicoptère du glacier après la déstabilisation (source : RTM/IGE).

vallées en raison des volumes de glace mobilisables potentiellement très importants : **lorsque la glace se réchauffe et arrive aux voisinages de 0 °C (on parle alors d'une glace « tempérée »), elle n'adhère plus à la roche raide, le glacier se met à glisser, déclenchant une avalanche.** Quelques détachements se sont ainsi produits ces dernières années comme à la fin du printemps 2020 où une partie du petit glacier suspendu en haut du versant nord de la Grande Casse (3855 m) dans le massif de la Vanoise s'était décrochée du versant (fig. 24).

en lien avec la dégradation du permafrost. Le 23 août 2017, une avalanche rocheuse d'un volume estimé à 3,1 millions de mètres cubes s'est produite, engendrant une coulée boueuse qui a atteint le village de Bondo (fig. 25), heureusement préalablement évacué grâce à un système d'alerte installé après un précédent événement survenu en 2011. Huit alpinistes et randonneurs ont toutefois perdu la vie.

Cet événement majeur s'ajoute à de très nombreux autres qui se sont produits en



particulier au cours d'étés caniculaires, eux-mêmes associés au changement climatique. Ainsi, il a été montré<sup>21</sup> que **la fréquence des écoulements augmentait depuis trois décennies, et notamment depuis l'été 2003 qui est resté dans les mémoires comme une saison très défavorable à la pratique de l'alpinisme. Cet été-là a provoqué une prise de conscience chez les alpinistes, renforçant l'hypothèse d'une relation étroite entre la dégradation du permafrost – c'est-à-dire le réchauffement des terrains gelés en permanence – et la déstabilisation des versants de haute montagne.**

**Le lien climat-écroulements a été vérifié<sup>21</sup> sur les 150 dernières années pour**

**l'emblématique face ouest des Drus** où huit écoulements rocheux se sont produits entre 1905 et 2005, avec un volume total écroulé d'environ 335000 mètres cubes. Leur enchaînement a produit l'érosion du pilier Bonatti, qui s'est accélérée à partir de 1950 avec des volumes et une fréquence croissants jusqu'à la disparition complète du pilier lors de l'écroulement de juin 2005, en cohérence avec l'évolution de la température de l'air dans ce secteur des Alpes. L'étude<sup>26</sup> de l'évolution du versant nord des aiguilles de Chamonix qui se développe sur 5 kilomètres au-dessus de la vallée a montré les mêmes dynamiques (fig. 26) : les 67 écoulements de 500 à 65000 mètres cubes documentés depuis 1862 présentent une forte corrélation avec les périodes les

**Figure 25. L'avalanche rocheuse du Piz Cengalo (3369 m) du 23 août 2017 (massif de la Bernina, Suisse)<sup>25</sup>. A : écoulement de 3,1 millions de mètres cubes de roche sur le glacier Vadrec dal Cengal. B : photo post-écroulement du versant nord-est du Piz Cengalo. C : L'avalanche rocheuse a dévalé le fond du val Bondasca. D : Le village de Bondo (altitude: 800 m) après le passage de la coulée boueuse ; une centaine de bâtiments ont été détruits ou très endommagés.**



plus chaudes. L'ensemble de ces événements a également montré le rôle prépondérant de la dégradation du permafrost. Par exemple, l'altitude moyenne de détachement est proche de la limite inférieure du permafrost, où sa dégradation (son réchauffement) est la plus active ; ou encore, les écroulements affectent préférentiellement les arêtes (avec par exemple l'écroulement de l'arête des Cosmiques en août 2018), éperons et piliers,

**moins deux années consécutives avec présence ou non de glace. Dans le massif du Mont-Blanc, le permafrost couvrirait entre 45 et 79 % des 86 kilomètres carrés des parois du massif** (fig. 27). Dans certains secteurs, le permafrost pourrait être présent localement dès 1900 mètres d'altitude en face nord et 2400 mètres en face sud, mais on ne le trouverait dans la totalité des parois qu'à partir de 3600 mètres<sup>27</sup>. La dégradation du

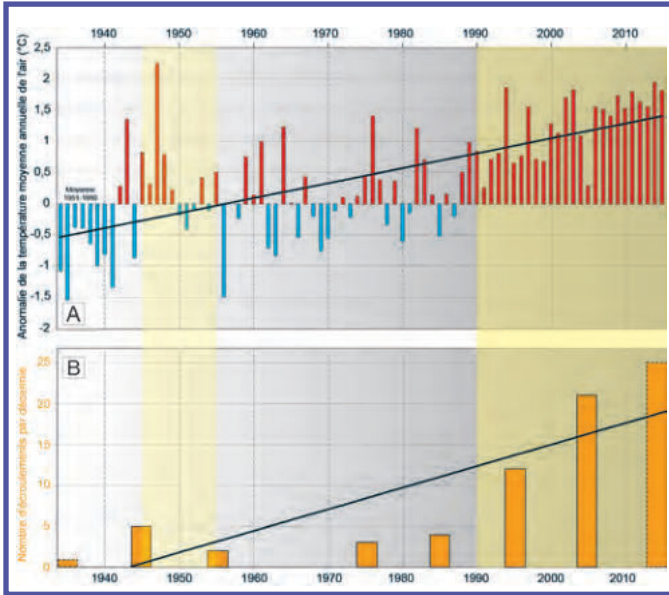


Figure 26. Température moyenne annuelle de l'air à Chamonix (1040 m) de 1934 à 2015 et nombre d'écroulements par décennie dans la face ouest des Drus et sur le versant nord des aiguilles de Chamonix<sup>21,26</sup>. Droites : régressions linéaires. N.B. : la dernière période ne couvre que cinq ans (2011-2015).

dont la topographie accélère la dégradation du permafrost en raison de la propagation des flux de chaleur latéraux depuis les secteurs exposés au rayonnement solaire. **Les étés caniculaires comme celui de 2003 et plus récemment comme ceux de 2015, 2017, 2018, 2019 et 2020 sont de véritables accélérateurs de la déstabilisation des parois de haute montagne.**

**Le permafrost correspond à tout matériel lithosphérique (sol, roche en place, formations superficielles) dont la température reste négative pendant au**

permafrost peut favoriser différents processus géomorphologiques en fonction du type de terrain, du degré de pente et du contenu en glace. Dans les formations superficielles de haute montagne (éboulis, moraines ou glaciers rocheux), elle peut aboutir à des phénomènes rapides et préjudiciables pour les activités humaines (accélération voire déstabilisation des glaciers rocheux, fourniture de sédiments pour les laves torrentielles, etc.).

**Au sein des parois rocheuses, la glace présente dans les fissures de la roche assure de moins en moins bien son rôle de « ciment ».**

Des simulations de l'évolution de l'état thermique du permafrost pour le passé et le futur ont été produites<sup>28</sup>. Au cours des deux dernières décennies, le permafrost a disparu des versants sud au-dessous de 3300 mètres, voire au-delà. Le permafrost tempéré (proche de 0 °C) s'est étendu jusqu'à 3300 et 3850 mètres dans les faces nord et sud, respectivement. Au cours du XXIe [fig. 27], ce permafrost tempéré devrait s'étendre au moins jusqu'à 4300 m d'altitude sur les parois rocheuses exposées au sud et jusqu'à 3850 mètres sur les faces nord. **Dans le cas le plus pessimiste, le permafrost disparaîtrait des versants sud au-dessous de 4300 mètres tandis que le permafrost tempéré atteindrait 3850 mètres dans les versants nord.**

**Au regard de l'évolution récente du permafrost et des modélisations pour le futur, la fréquence et le volume des écroulements rocheux en haute montagne vont continuer d'augmenter. Il est donc impératif pour les alpinistes d'aujourd'hui et de demain d'être plus attentifs aux signes que la montagne peut envoyer à propos de l'imminence de déstabilisations rocheuses. Les indices sont nombreux : ouverture progressive ou soudaine de fissures, circulations d'eau dans les parois, résurgences dans leurs parties basses, augmentation de la fréquence des chutes de pierres, roche qui « grince », graviers et sables qui s'écroulent dans les fissures... Soyons à l'écoute !**

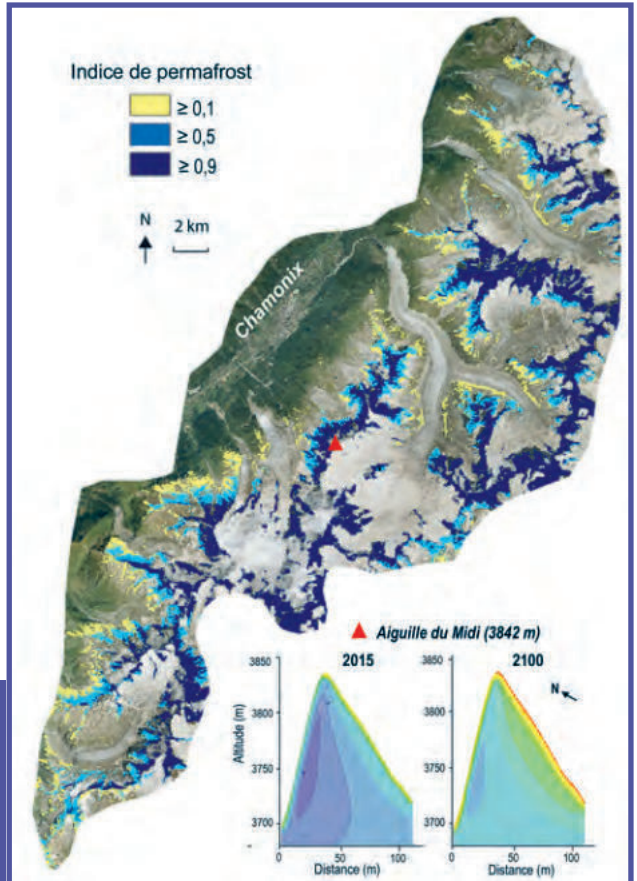


Figure 27. Carte d'indice de permafrost pour les parois du massif du Mont-Blanc<sup>27</sup> et conditions du permafrost à l'aiguille du Midi en 2015 et à la fin du XXIe siècle dans un scénario optimiste (émissions de GES limitées)<sup>28</sup>.

**Autour du Mont-Blanc, la durée du manteau neigeux entre 1 100 et 2 500 mètres s'est déjà réduite de façon drastique depuis les années 1970 (de cinq semaines) <sup>7</sup>. Or la viabilité économique de l'exploitation d'un domaine skiable suppose une durée minimale d'ouverture de 100 jours** selon un rapport de la Cour des comptes de 2018.

À l'échelle alpine, de très nombreuses stations de ski de moyenne montagne sont déjà confrontées à d'importantes difficultés économiques. Si le début de l'hiver 2020-2021 a été bien enneigé et froid, donnant même lieu à de très bonnes conditions pour les activités nordiques de fond de vallée, il fait malheureusement office d'exception au regard des tendances actuelles. Station dotée de domaines skiabiles de haute altitude, Chamonix est encore relativement à l'abri. Mais pour combien de temps ?

Pour le ski de randonnée, la pratique est en fort développement depuis le début des années 2000. Aussi, des itinéraires de ski de randonnée balisés sont créés dans les stations de ski et les refuges ouvrent de plus en plus tôt pour profiter du développement de cette pratique.

**Les principaux impacts du changement climatique sur le ski de randonnée sont une réduction de la période et des secteurs propices à la pratique.** Il sera par exemple de plus en plus nécessaire de trouver des départs hauts en altitude tandis que certains itinéraires – notamment les faces raides – seront moins souvent en bonnes conditions.

**Une autre conséquence du changement climatique tient au fait que les conditions de neige seront plus aléatoires et que la neige poudreuse va être de moins en moins fréquente. Il faudra skier**

**sur de la neige de printemps plus souvent et ce même en milieu de saison.**

L'évolution des conditions météorologiques va également entraîner une modification du régime des avalanches dans les Alpes. La quantité de neige étant en diminution, le nombre et la taille des avalanches naturelles y est en baisse en dessous de 2 000 mètres d'altitude. En revanche, elle semble en augmentation au-dessus<sup>29</sup>. Toutes altitudes confondues, le nombre d'avalanches de neige poudreuses est en diminution mais compensé par une augmentation de la fréquence des avalanches de neige humide<sup>29</sup>.

**En haute montagne, les itinéraires de ski de randonnée sont aussi modifiés par la fonte des glaciers.** La principale difficulté est liée à la perte d'épaisseur des glaciers qui est, dans certains cas, très importante. Certains passages sont alors plus difficiles à parcourir et plus dangereux, voire même infréquentables (fig. 28).

S'il est estimé que la majorité des stations de ski dans les Alpes ne seront plus fonctionnelles d'ici 2100, le constat est toutefois moins radical pour les skieurs de randonnée.

En effet, même si la neige va continuer de se raréfier, ces derniers auront l'avantage de pouvoir se déplacer et adapter leur pratique afin de profiter des endroits et des périodes favorables. Le revers de la médaille sera toutefois une concentration des pratiquants sur les mêmes secteurs, renforcée par d'autres facteurs socio-économiques et culturels comme le refus de la prise de risque et une volonté de pratiquer des activités rapidement accessibles et avec le moins de logistique possible.



Figure 28. L'itinéraire du Pas de Chèvre au niveau de la moraine latérale droite de la Mer de Glace (fév. 2020 ; photo : J. Mourey). L'itinéraire du Pas de Chèvre est de moins en moins praticable, la moraine devenant infranchissable.

## DES PATRIMOINES NATURELS EN DANGER

**L'évolution des milieux naturels de montagne a été particulièrement rapide ces dernières décennies et le seront plus encore dans les prochaines. Côté glaciers, il a été montré que les Alpes pourraient perdre jusqu'à 85 à 95 % de leurs surfaces glaciaires d'ici 2100 (fig. 29) ! Et ce ne sera guère mieux pour le permafrost, avec son cortège de déstabilisations. Les paysages alpins seront profondément transformés.**

**Skieurs et alpinistes doivent donc s'adapter à cet environnement en mutation où les périodes de conditions favorables aux différentes pratiques seront de plus en plus courtes et aléatoires.** Face au réchauffement, les professionnels de la montagne suivent

déjà la faune et la flore alpines (fig. 30) : ils remontent en altitude afin de trouver de meilleures conditions. Mais ce ne sera pas suffisant et les guides mettent déjà en œuvre, de manière consciente ou non, d'autres stratégies d'adaptation<sup>30,31</sup> qui seront développées dans le chapitre suivant. **Pour l'heure, en tant que guides et accompagnateurs, nous sommes les témoins privilégiés des changements en cours mais également des symboles d'un patrimoine<sup>32</sup>, à la fois culturel et naturel, menacé. Nos comportements sociétaux et la baisse de nos émissions de GES seront des points centraux pour limiter le plus possible les effets négatifs du réchauffement et pour sauvegarder une pratique traditionnelle de la haute montagne.**

Evolution de la Mer de Glace et ses glaciers tributaires à l'horizon 2100

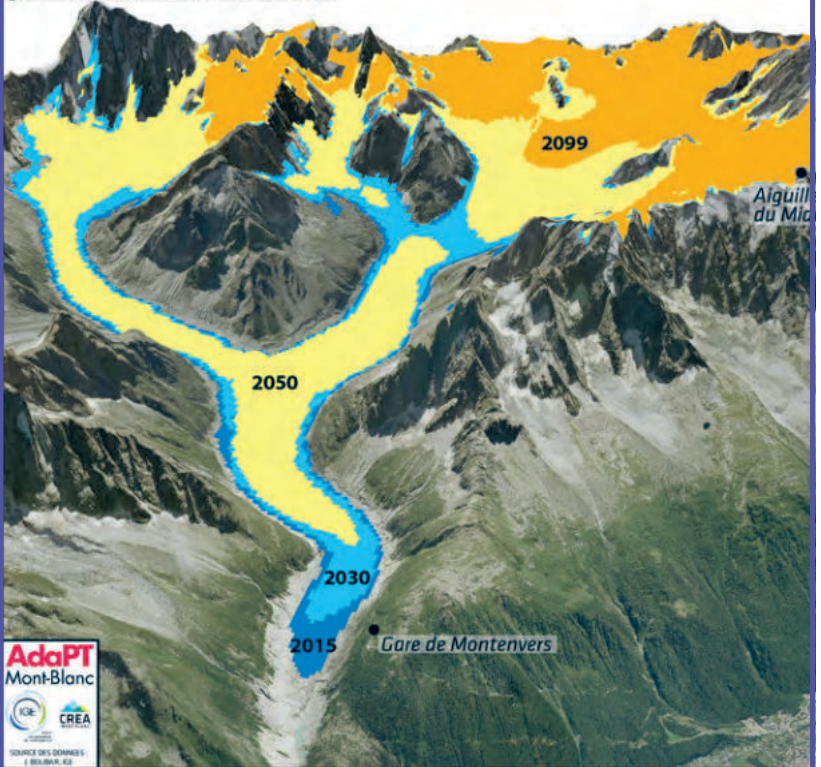


Figure 29. La Mer de Glace en 2030, 2050 et 2099 selon un scénario moyen d'émissions de GES (source : IGE/CREA Mont-Blanc, projet AdaPT MB<sup>(4)</sup>).

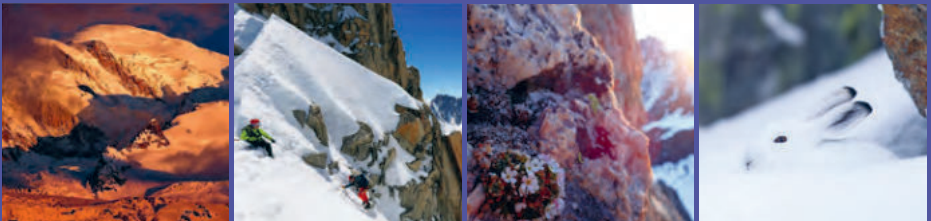


Figure 30. Exemples de patrimoine naturel et culturel<sup>32</sup> fragilisés par le réchauffement climatique en cours dans le massif du Mont-Blanc. De gauche à droite : le versant nord du mont Blanc (photo : É. Courcier) avec ses glaciers et parois à permafrost. Ensuite, un guide de haute montagne assure son client à l'aiguille Verte (photo : Compagnie des guides de Chamonix). Puis, l'**androsace de Saussure** (*Androsace saussurei*), une espèce nouvelle pour la science récemment décrite en 2020<sup>33</sup>, typique du massif du Mont-Blanc ; elle est montrée ici à plus de 3500 mètres au rocher de l'Heureux Retour sur la voie historique du mont Blanc (photo : S. Lavergne/LECA-CNRS). Et à droite, un **lièvre variable** (*Lepus timidus*) sur les hauteurs de la vallée de Chamonix (photo : D. Rodrigues). Tous ces « éléments » de patrimoine ont besoin du froid pour leur bon fonctionnement.



Les guides sont loin d'être les seuls êtres vivants touchés par le réchauffement climatique. **Les « vrais » habitants de la montagne – la faune et la flore sauvages – bénéficient de plusieurs millions d'années d'histoire évolutive durant laquelle elles ont pu s'adapter aux conditions extrêmes de la montagne :** un enneigement durant six à huit mois au cours de l'année, des températures polaires en hiver, une radiation solaire en altitude qui s'approche de celle du Sahara, et de violentes tempêtes en toute saison. Quoiqu'ils soient habitués à résister à ces contraintes, **le changement climatique pose toutefois un nouveau défi aux plantes et animaux de montagne : seront-ils capables de s'adapter à une transformation si rapide des conditions climatiques et des habitats ?**

**Pour s'adapter à leur environnement, les espèces disposent de deux stratégies principales : s'adapter sur place en**

**s'acclimant ou en subissant des changements génétiques, ou bien migrer pour trouver des conditions climatiques plus favorables.**

**Chez le vivant, ces deux stratégies sont d'ores et déjà à l'œuvre en réponse au réchauffement, et peuvent être observées dans les écosystèmes de montagne.** Un déneigement plus précoce combiné avec la hausse des températures printanières permet aux espèces de démarrer leurs cycles de vie plus tôt au printemps. Dans la même logique, des températures plus clémentes à l'automne permettent à certaines espèces de prolonger leur saison de croissance jusqu'à plus tard en fin d'année. Dans les Alpes et depuis 2006, le programme de science participative Phénoclim ([phenoclim.org](http://phenoclim.org)) montre que **le frêne et le bouleau initient leur débourrement** (les bourgeons se couvrent de duvet, gonflent et éclosent), **au printemps, 4 à 6 jours plus tôt par décennie**<sup>34</sup>. **Les arbres de montagne migrent**

**également en altitude : la limite supérieure de la forêt dans le massif du Mont-Blanc est ainsi remontée de 60 mètres entre 1952 et 2006<sup>11</sup>.**

**Nous assistons depuis 35 ans à un « verdissement » des hauts massifs.** Les températures plus chaudes et l'enneigement moins long permettent aux plantes de coloniser des secteurs rocaillieux et enneigés. **Autour du refuge du Couvercle (2687 m), le nombre d'espèces végétales a doublé au cours des 150 dernières années, passant de 61 espèces répertoriées en 1860 à 121 espèces actuellement.** Parmi les nouvelles arrivées, nous trouvons des arbustes (dont la myrtille) et un arbre (le bouleau pubescent) qui s'installent parmi les plantes alpines. Sur le plan temporel et spatial, **ces changements au niveau de la biodiversité sont en train de fortement modifier les paysages de montagne.**

**Les espèces les plus vulnérables au réchauffement sont celles dites « arctico-alpines »,** comme le lagopède alpin (*Lagopus muta helveticus*, fig. 31), le lièvre variable (*Lepus timidus*) ou le saule herbacé (*Salix herbacea*). Présentes aujourd'hui dans le Grand Nord et sur les massifs alpins, ces plantes et animaux sont des reliques d'ères glaciaires aux températures beaucoup plus froides qu'aujourd'hui, quand leur habitat favorable s'étendait sur une large partie du continent européen. Aujourd'hui, ces espèces se cantonnent en altitude, les conditions climatiques étant trop clémentes dans les plaines et fonds de vallée. Le réchauffement climatique les oblige à monter de plus en plus haut en altitude, mais cette stratégie ne peut pas fonctionner indéfiniment compte tenu de la perte progressive de surface liée à la forme des montagnes (fig. 31).

**Grâce à sa hauteur exceptionnelle, le massif du Mont-Blanc constitue une zone « refuge » clé pour l'avenir de ces espèces. Préserver ces derniers espaces de froid en Europe**

**représente aujourd'hui un enjeu essentiel non seulement pour les guides et mais aussi pour la conservation de la biodiversité.**

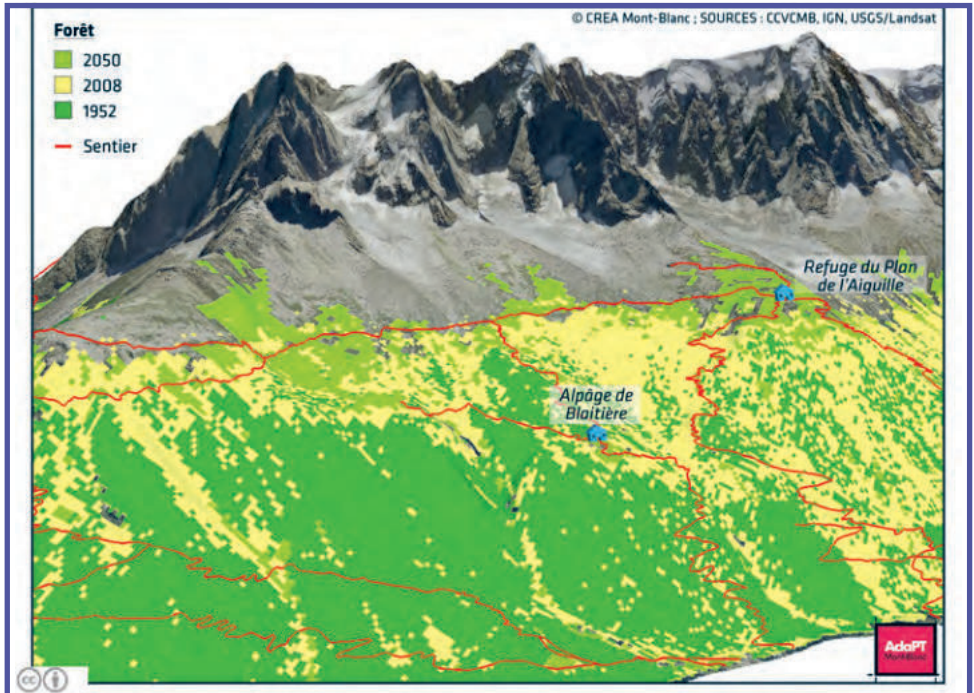
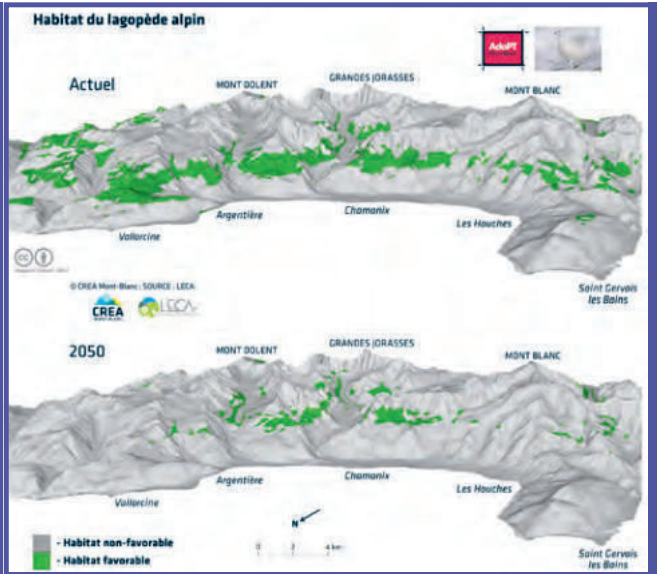
**Pourquoi parler de plantes et d'animaux dans un ouvrage sur l'adaptation des guides au changement climatique ? D'abord, parce que l'évolution des écosystèmes de montagne en lien avec le réchauffement modifie non seulement l'habitat des espèces sauvages, mais aussi le nôtre.** Pour les randonneurs et les skieurs, la remontée et la densification de la forêt vont modifier les itinéraires et les points de vue sur de nombreux itinéraires classiques du massif du Mont-Blanc (fig. 32).

De plus, **la rencontre sur le terrain avec des plantes remarquables ou la faune sauvage peut enrichir l'expérience de nos clients en montagne dans une nature restée sauvage et mystérieuse.**

À nous de respecter ces espèces, et de ne pas déranger les animaux lors des périodes sensibles (hiver et printemps notamment). Enfin, les guides de haute montagne peuvent trouver dans la faune et la flore arctico-alpines un symbole de leur propre fragilité et de l'urgence de s'adapter : **si, dans les années à venir, nous savons préserver ces espèces emblématiques qui aiment le froid et la neige, peut-être pourrons-nous aussi conserver notre métier et notre identité ?**



**Figure 31. Aire d'habitat favorable pour le lagopède alpin dans le massif du Mont-Blanc aujourd'hui et en 2050.** Cette espèce, qui passe l'hiver dans un igloo creusé dans la neige, a besoin de froid et de neige pour survivre et se reproduire. La fonte précoce de la neige au printemps fragilise non seulement son habitat, mais rend également les individus plus visibles des prédateurs: ils arborent un plumage toujours blanc dans un paysage déneigé. **Les modèles prévoient une réduction d'environ 90 % de leur habitat favorable d'ici la fin du siècle dans le massif du Mont-Blanc** (source: CREA Mont-Blanc, LECA-CNRS, projet AdaPT MB<sup>14</sup>).



**Figure 32. La forêt sur le versant du Plan de l'Aiguille au-dessus de Chamonix en 1952 (vert foncé), en 2008 (jaune) et modélisée en 2050 (vert clair).** Depuis le milieu du XXe siècle, la surface occupée par la forêt a augmenté de 80 % dans le massif du Mont-Blanc. **L'expansion de la forêt est liée au réchauffement qui permet aux arbres de monter plus haut, mais aussi à la déprise agricole**: une fois délaissés par les troupeaux, les alpages peuvent rapidement être recolonisés par les arbres (source: CREA Mont-Blanc, projet AdaPT Mont-Blanc<sup>14</sup>).

# LA MEIJE OU LES MULTIPLES ADAPTATIONS DE LA VIE

**7 août 2018. Plusieurs milliers de mètres cubes de gneiss s'effondrent du haut du glacier Carré, dans la face sud de la Meije (3 984 m). Les blocs dévalent plus de 600 mètres de paroi, épargnant par miracle les quelques alpinistes engagés dans la voie historique menant au sommet. Une cordée prise sous le déluge de roche et de glace s'en sort par miracle. L'un des deux confia : « Je pensais que c'était la fin, soit lui soit moi allait basculer dans le vide. » De la corde qui les reliait, il ne reste que des lambeaux...**

L'imposante face sud du Grand Pic est découpée verticalement par deux failles géologiques et se divise horizontalement selon deux grands ensembles rocheux : une partie inférieure en solide granite et une partie supérieure en gneiss, plus friable. La transition se fait au niveau d'une vire horizontale, à 3 600 mètres d'altitude : la vire du glacier Carré (fig. 33). **Le contexte de permafrost a été mis en évidence par l'écroulement : dans la cicatrice de l'événement, un amas de glace vive apparaissait clairement, témoignant des températures durablement négatives qui régnaient dans ce secteur.** Le changement climatique est donc coupable de l'impressionnante déstabilisation, largement relayée dans les médias.

Le point d'intersection entre la vire du glacier Carré et la faille occidentale est la zone où les alpinistes prennent pied sur le glacier Carré. En 1878, les Gaspard père et fils tentent leur seconde ascension du sommet, avec Guillemain et Salvador de Quatrefages. À la descente, Guillemain découvre un « **jardin suspendu** » en prenant pied sur la vire, composé d'un éririche nain (*Eritrichium nanum*; fig. 33), d'une **linaire alpine** (*Linaria alpina*) et d'une **saxifrage à feuilles opposées** (*Saxifraga oppositifolia*). Il raconte que pour prélever quelques échantillons, il se hissa sur les épaules de Gaspard. Grosse motivation au vu des abîmes environnantes !

Des capteurs de température ont été installés à proximité de ce « jardin » de 2015 à 2018. À 3 600 m d'altitude, les maxima estivaux ont plusieurs fois dépassé les 40 °C, avec un record à 49 °C enregistré en 2018. **Ces espèces vivent ainsi dans des conditions thermiques proches de celles rencontrées dans le désert du Sahara, avec des amplitudes journalières de plus de**

**50 °C !** Ces organismes démontrent ainsi une capacité d'adaptation unique, passant d'un état de dormance hivernale, sous la neige, à une activité estivale digne des déserts les plus arides. **Il est ainsi facile de comprendre comment la succession de tels pics de températures peut dégrader le permafrost et générer des écroulements rocheux comme celui de 2018.**

Suite à cet évènement, la voie normale de la Meije fut désertée. Durant l'hiver suivant et pour préparer leur retour, les guides locaux, sous l'égide de la Compagnie Oisans-Écrins, organisèrent des rencontres avec les acteurs de la montagne : Parc national, fédérations, gardiens de refuge, services de secours et élus. Un budget fut mobilisé pour l'année suivante.

Dans un premier temps, une reconnaissance par drone de la voie normale eut lieu jusqu'à la cicatrice de l'écroulement afin de détecter d'éventuelles transformations de l'itinéraire. Une fois la neige fondue, **une équipe passa plusieurs jours entre le refuge du Promontoire et la zone d'écroulement avec deux objectifs** : 1) évaluer les dégâts et, si possible, nettoyer la voie normale, et 2) explorer la possibilité de dévier la voie normale historique par un itinéraire moins exposé aux chutes de pierres.

Le premier fut un succès avec seulement deux journées de purge et l'ajout de quelques pitons pour rendre la voie de 1877 à nouveau praticable. L'engagement ne sera plus le même. Évoluer à l'aplomb d'une zone d'écroulement non stabilisée oblige les cordées à être plus rapides pour limiter le temps d'exposition.

Le second fut un échec, il fallut se rendre à l'évidence : les « anciens » avaient trouvé LA voie la plus logique.

**Les alertes émises par les professionnels ont profondément changé la fréquentation.** Avec deux années de recul, le bilan est positif. Pour le refuge du Promontoire (3 092 m), la fréquentation est restée stable mais avec une répartition plus homogène sur la saison. Avant 2018, les réservations outrepassaient largement la capacité du refuge lorsque la météo était clémente, puis

les alpinistes désertaient la zone au moindre nuage. Maintenant, en plus des alpinistes, des randonneurs rejoignent le refuge, devenu un objectif en lui-même. Le même phénomène s'observe sur l'autre versant, pour le refuge de l'Aigle (3 440 m). La fréquentation de la voie s'est aussi transformée : avant 2018, on pouvait avoir plus de dix cordées en moyenne par jour et des pics à vingt cordées ; à présent, c'est tout au plus cinq par jour. Un regain d'intérêt pour les itinéraires satellites de la Meije a également été observé, désengorgeant ainsi la voie historique.

Quant à la période d'ascension, les alpinistes avaient pour habitude d'attendre que la voie soit sèche. Maintenant, l'équation est plus complexe. La couverture neigeuse du glacier Carré conditionne l'exposition de la voie. **Il faut trouver l'équilibre entre assez de neige sur ce glacier pour fixer les rochers et pas trop pour pouvoir grimper rapidement sans crampons.**

**Cet écoulement n'a donc pas modifié fondamentalement la voie normale mais a obligé les acteurs locaux à s'adapter à de nouvelles contraintes. Un exemple de ce à quoi nous risquons d'être de plus en plus confrontés dans le futur.**

**Figure 33.** En haut à gauche : l'éritriche nain (*Eritrichium nanum* ou le « roi des Alpes ») présent sur la vire du glacier Carré (photo : C. Dentant). La photo principale est une image prise par drone après l'écroulement survenu au glacier Carré à la Meije en août 2018 (photo : B. Ribeyre, avec l'autorisation du PNE).



## *Avant-propos*

*L'essence du métier de guide de haute montagne réside dans sa faculté d'adaptation. S'adapter aux conditions climatiques, aux difficultés d'un itinéraire, au niveau technique et physique des clients, à la fatigue, à la peur... En puisant dans une boîte à outils et de techniques qu'il s'est constitué au gré des transmissions et au fil des expériences vécues pour pouvoir se frayer un chemin dans un milieu peu propice à la vie, et en revenir. La fonction originelle du guide de montagne est d'emmener les personnes placées sous sa responsabilité d'un point à un autre en contournant ou franchissant les difficultés placées sur le chemin. Celle-ci a évolué avec le temps pour devenir un métier. D'abord pour répondre à une soif de découverte et de conquête de l'homme, avec l'objectif d'atteindre des cimes jusque-là terra incognita, puis pour le simple plaisir de visiter ces hauts lieux et d'y vivre des aventures.*

*Aujourd'hui l'évolution radicale de notre milieu liée au réchauffement climatique nous amène une fois de plus à nous adapter, et au-delà à repenser notre métier. Dans un monde où tout s'accélère, cette modification profonde de notre environnement nous force à questionner nos valeurs, notre rapport au temps, notre point d'équilibre entre action et contemplation, notre place dans la nature. Il y a une part de deuil à faire du passé et d'une forme de présent que nous connaissons, processus forcément difficile mais nécessaire pour pouvoir laisser place à une autre vision de notre place et de notre rôle. Trouver une juste place dans un univers en déséquilibre, sacré défi.*

*Les guides font partie intégrante d'un écosystème naturel et humain qui est vulnérable mais doté d'une forte capacité de résilience. Ils ont des trésors à partager avec ceux qui ont la curiosité de ce milieu et l'envie de se reconnecter à une part plus sauvage, plus animale de l'être humain. La contrainte, que représente cette évolution rapide, recèle ce pouvoir de stimuler notre créativité et les difficultés peuvent affermir les liens de ceux qui doivent les affronter ensemble. A nous tous, habitants et acteurs de la montagne, de coopérer pour se construire un avenir soutenable dans les montagnes. Pour continuer à pouvoir vivre dans cet univers changeant et fabuleux et à y partager des expériences extra-ordinaires avec ceux qui nous visitent.*

**Dorian Labaeye**

*Guide et président du Syndicat national des guides de montagne (SNGM)*

## UNE ADAPTATION À QUOI ?

**Dans ce chapitre, nous allons nous focaliser sur l'adaptation des guides au changement climatique. Or, les guides, comme tous les professionnels de la montagne dont les accompagnateurs, doivent également s'adapter à d'autres contraintes : les transformations sociales et culturelles de la clientèle, les évolutions numériques qui transforment la commercialisation, et d'autres obligations assurantielles, administratives et financières.**

Sur la période récente, **les attentes de la clientèle** se traduisent principalement par une attirance pour des activités de nature ludiques et accessibles, par une tendance au zapping d'une activité à une autre, la recherche du « faire » plutôt que du « vivre » et de produits « tout compris », le tout avec un risque « zéro », dans une montagne érigée au rang de produit. Ces nouvelles attentes de la clientèle ne tiennent pas compte des nombreuses incertitudes auxquelles nous sommes soumis et, en conséquence, il y a **une concentration des pratiques en haute montagne sur les itinéraires les plus faciles, les plus rapidement accessibles, les mieux équipés et les plus symboliques** (mont Blanc, tour du Mont-Blanc, dôme des Écrins, Grand Paradis, massif du Mont-Rose).

En parallèle, **le développement rapide des outils numériques de commercialisation implique de réaffirmer la place et l'implication des bureaux et compagnies des guides.** En effet, l'avènement des plateformes de commercialisation numérique, copié sur le fonctionnement d'Uber, menace le modèle collectif qui est le fondement des bureaux des guides.

**Sur le plan administratif, les guides et accompagnateurs font face à une multiplication de formalités administratives obligatoires,** notamment pour travailler dans les pays alpins limitrophes. Ces formalités sont ressenties par les guides comme une entrave à la libre circulation, pour un bénéfice professionnel peu visible dans l'immédiat. Par ailleurs, pour rester en conformité avec la réglementation régissant la vente de produits « tout compris », la partie de préparation et de commercialisation des projets en montagne, notamment des voyages, s'est considérablement complexifiée ces dernières années.

**Dans un tel contexte d'évolution socio-culturelle, le changement climatique apparaît comme une difficulté supplémentaire,** qui rend la prise en compte et l'adaptation à ces nouvelles contraintes d'autant plus difficiles. Ainsi, si l'on veut que ces adaptations – climatiques et socio-culturelles – fonctionnent, elles se doivent d'être globales et collectives.

**L'enjeu pour les guides est de conserver les marges de manœuvre les plus grandes possibles vis-à-vis du contexte social et culturel afin de limiter au maximum leur vulnérabilité aux transformations du milieu liées aux impacts du changement climatique.**

## LES GUIDES ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

**Deux études<sup>30, 31</sup> réalisées en collaboration avec le SNGM (qui représente 90 % des guides français) ont montré que la quasi-totalité des guides sont contraints d'adapter leur pratique aux effets du changement climatique.**

Pour la grande majorité des répondants, les effets du changement climatique sont vécus comme « préoccupants », notamment parce qu'ils rendent la pratique de la montagne plus dangereuse. Il en résulte que 40 % des guides estiment prendre plus de risque<sup>30</sup> à cause des effets du changement climatique et que pour 67 %, il menace leur modèle économique actuel<sup>31</sup>.

**d'anticiper des transformations profondes et nécessaires de la profession.** Pour les guides et les accompagnateurs, l'objectif est de continuer à pratiquer leurs métiers avec les mêmes exigences de sécurité et de plaisir malgré la transformation des milieux de pratique.

## TROIS STRATÉGIES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE À COURT TERME<sup>29</sup>

**Le changement de saisonnalité** implique de décaler les périodes des différentes pratiques pour s'adapter aux transformations des milieux. Les périodes favorables à la pratique de l'alpinisme estival sont plus aléatoires et



**Pour continuer à exercer en tenant compte du changement climatique, les guides ont individuellement et collectivement composé des stratégies d'adaptation.** Celles-ci sont nombreuses et peuvent être classées **en deux catégories : des stratégies réactives et à court terme**, permettant de s'adapter dans l'immédiat à des changements brutaux, **et des stratégies pro-actives et à long terme** permettant

plus courtes et se décalent sur les mois de avril-mai-juin, plutôt qu'en juillet et août. La saison de trekking a tendance à suivre la même tendance, avec un allongement de fin mai à fin octobre. Le calendrier du ski de randonnée et de la raquette doit également tenir compte d'un enneigement souvent plus tardif l'automne, altéré par des périodes de redoux même au cœur de l'hiver et disparaissant plus tôt au printemps.

Les changements de saisonnalité ne sont pas sans obstacles. Par exemple, les mois de mai, juin et septembre ne constituent pas des périodes habituelles de vacances. **Les périodes les plus favorables à l'alpinisme ne correspondent plus aux périodes où la clientèle est la plus disponible.** De plus, l'évolution rapide des conditions nécessite une plus grande réactivité de la part des guides et des clients afin de saisir les créneaux de conditions favorables, devenus plus courts et aléatoires. Ainsi, il devient aujourd'hui plus difficile pour un guide de faire un programme pour une saison, d'organiser la logistique liée à une course (la réservation des refuges, etc.) et de proposer des courses à l'avance. Un travail de pédagogie et d'explication auprès des clients sur le caractère aléatoire des conditions est souvent nécessaire.

Un autre frein important à l'adaptation temporelle concerne la disponibilité des infrastructures touristiques en montagne en périodes classiquement considérées comme étant « hors saison » : remontées mécaniques, magasins de matériel, gîtes, refuges et restaurants sont souvent fermés au printemps et à l'automne. **Les guides et accompagnateurs sont confrontés à un fonctionnement polarisé sur l'été et l'hiver, et doivent glisser vers un tourisme étalé sur quatre saisons.**

**L'adaptation spatiale** implique de quitter un espace de pratique au profit d'un autre. Ces changements peuvent être volontaires, mais ils sont également de plus en plus subis. À partir de mi- ou fin juillet, la majorité des guides change de massif et/ou quitte les zones sous l'influence du permafrost et les terrains glaciaires pour des massifs pré-alpins, ou se limite à des secteurs de basse altitude. **Dans les années à venir, un défi important consistera à apprendre à s'adapter en se déplaçant moins,** par la recherche de stratégies d'adaptation

construites à l'échelle d'une vallée ou d'un massif en adéquation avec l'évolution saisonnière des conditions de la montagne.

**Le retrait glaciaire dans les années à venir risque de faire évoluer les frontières entre les espaces de pratique traditionnels des guides de haute montagne et des accompagnateurs.**

Ces derniers parviendront à exercer plus haut dans les massifs glaciaires moins abruptes (par exemple en Vanoise, fig. 34) et dans certains secteurs du Mont-Blanc ou des Écrins. Le retrait glaciaire permettra aussi aux moniteurs de ski d'étendre leur terrain de pratique du ski de randonnée. Plus que la présence de neige ou de glace, dans les années à venir, il est probable que la raideur et la technicité du terrain deviendront les critères discriminants entre le terrain des guides de haute montagne et celui des accompagnateurs ou des moniteurs de ski.

**Le changement d'activité** est concomitant des deux précédentes transformations. Pour les guides, il implique de migrer vers des pratiques rocheuses hors terrain glaciaire, ainsi que des activités moins vulnérables aux évolutions des conditions telles que la via-ferrata ou le canyoning (à condition de bénéficier de suffisamment de débit dans les cours d'eau !). **Le métier d'accompagnateur risque d'être lui aussi impacté par la hausse des températures estivales.** Avec l'intensification des canicules, même les activités de moyenne montagne (randonnée, VTT...) pourront devenir impraticables dans des conditions de sécurité et de plaisir acceptables à certaines périodes de l'été et dans certains secteurs.

**Actuellement, certains guides et accompagnateurs prennent des vacances en famille au mois d'août, entre autres pour des raisons d'impraticabilité de la montagne, ce qui était impensable il y a quelques années seulement.**

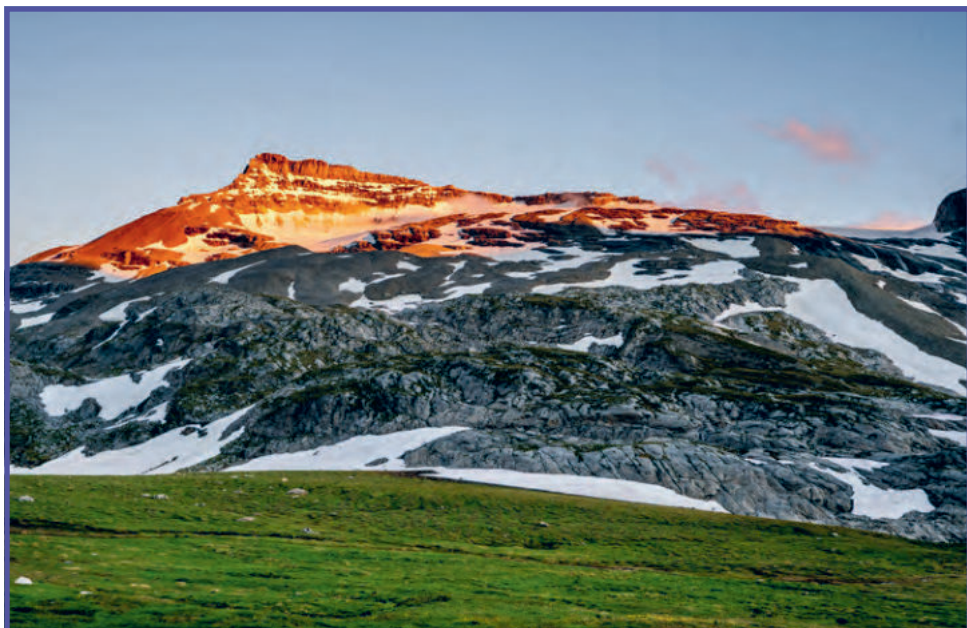


Figure 34. Les zones de retrait glaciaire: un espace charnière pour la mutation des milieux et des métiers de la montagne (pointe de la Réchasse 3212 m, Vanoise ; photo : Y. Borgnet). Dans ces espaces désenglacés, où se trouveront demain les limites entre le terrain de pratique des guides de haute montagne et celui des accompagnateurs ? Est-ce que les guides sauront toujours apprécier et « valoriser » une montagne dépourvue de glaciers ?

## L'AVENIR DU MÉTIER DE GUIDE : PROPOSITIONS DE STRATÉGIES D'ADAPTATION À LONG TERME

### ÉVOLUTION DE LA FORMATION INITIALE

Récemment entré au patrimoine culturel immatériel de l'humanité de l'UNESCO, l'alpinisme a ainsi obtenu une reconnaissance méritée pour tout ce qu'il a déjà apporté aux hommes et aux femmes qui l'ont pratiqué depuis son invention. Cette reconnaissance ne change toutefois rien à l'extrême fragilité qui se fait jour. **Les guides de haute montagne ont la lourde responsabilité d'aider à la prise de conscience de cette fragilité de l'activité mais aussi du milieu dans lequel elle se pratique, en acceptant leur rôle de grands témoins.**

**Au cours de la formation initiale à l'École nationale de ski et d'alpinisme (ENSA),**

**l'accent est mis, depuis plusieurs années déjà, sur la problématique prégnante du réchauffement climatique, qui impacte de plus en plus la pratique des guides.** Aujourd'hui la question des mobilités et de leur impact carbone devient également un enjeu non négligeable de leur apprentissage.

Il y a trois ans, une nouvelle semaine de formation sur l'environnement professionnel a été mise en place, au cours de laquelle l'avenir du métier est abordé sous forme de tables rondes thématiques. Les pistes de réflexion des stagiaires montrent leur grande maturité et leur conscience aiguë des enjeux environnementaux et climatiques liés à la profession.



**Nous savons aujourd'hui que ces problématiques, déjà majeures, deviendront essentielles dans l'avenir et que la survie de notre métier dépendra de l'intelligence avec laquelle nous serons capables d'y faire face... Laissons aux jeunes guides la mission de nous montrer la voie !**

## RÉFLÉCHIR À LA QUESTION DE L'EXPÉRIENCE

Face aux transformations profondes de notre milieu de pratique, guides et clients sont invités à réfléchir à de nouvelles manières de concevoir les projets en montagne. Comme exposé dans le chapitre III, le changement climatique fragilise de nombreuses courses classiques en haute montagne, et rend leur parcours plus délicat et moins prévisible.

**Face à cette incertitude croissante, fixer un objectif d'ascension six mois à l'avance devient un pari de plus en plus risqué,** et peut mener soit à l'annulation de la course, soit à la déception du client, soit à une acceptation excessive du risque. Quand cela sera possible, **une stratégie d'adaptation consisterait donc à proposer une expérience en montagne (un massif et un projet), plutôt que de vendre une course ou un sommet définis à l'avance.**

**Définir des projets plus larges qu'un sommet ou qu'une course en particulier laisse plus de marge de manœuvre pour optimiser et adapter le choix final de l'itinéraire en fonction des conditions rencontrées.**

Avoir pour objectif une expérience à vivre devrait aussi laisser plus de disponibilité aux professionnels et aux clients pour valoriser d'autres facettes de la montagne, moins soumises aux contraintes des conditions.

**Il s'agira de valoriser une expérience** en montagne, notamment les aspects immersifs (itinérance, bivouac), pédagogiques (formation à l'autonomie et gestes de sécurité), et naturalistes.

**Le bivouac** peut par exemple permettre de repenser le rythme classique des ascensions. Des itinéraires connus telles que l'arête du Jardin à l'aiguille Verte ou la traversée des Courtes dans le massif du Mont-Blanc (fig. 35) peuvent s'envisager sur trois jours plutôt que deux, en réalisant un bivouac sur chacun de ces sommets.

Cette option, en plus de renforcer le caractère immersif de l'expérience, permet en même temps de s'adapter au changement climatique avec les descentes entamées de bonne heure le matin. Si la pratique du bivouac se démocratise de plus en plus dans les années à venir, il sera indispensable de mettre en place des formations et des gestes écologiques pour réduire l'impact environnemental des nuits passées hors refuge.

**Le changement climatique nous pousse aussi à repenser les interactions guide-client et entre guides.** Devant l'augmentation des incertitudes qui limitent la prévisibilité des courses, le partage des informations, des incertitudes, voire des prises de décision est une stratégie d'adaptation intéressante.

Ces dernières années, **les groupes d'échange sur des applications numériques sont devenus un outil incontournable** pour échanger entre professionnels au sujet des conditions de courses et des risques et dangers rencontrés sur le terrain.

**La formation à l'autonomie des clients permet également de partager la gestion du risque et la prise de décision au sein de la cordée.**

À la poursuite d'un objectif fixé, se substitue des processus de gestion des incertitudes par lesquels les clients deviennent acteurs du projet. Enfin, la formation permet également à la cordée d'évoluer plus en sécurité.



**Figure 35. Bivouac posé au coucher du soleil sur la crête sommitale des Droites (4000 m). À condition de savoir gérer son impact environnemental, le bivouac est proposé ici comme un outil pour ralentir le rythme des courses et pour s'adapter à l'évolution des conditions, typiquement un isotherme 0 °C plus élevé. Cette image traduit l'imaginaire « classique » de la haute montagne que nous avons su transmettre depuis des décennies, et montre un paysage aussi beau que fragile face au réchauffement climatique (photo : Y. Borgnet).**

**La mise en avant de l'expérience peut rendre les professionnels de la montagne plus disponibles pour observer l'environnement autour d'eux.**

La recherche universitaire a déjà identifié les guides et les accompagnateurs comme des observateurs et des témoins privilégiés des milieux montagnards et de leurs évolutions : les professionnels de la montagne sont non seulement les premiers touchés par le changement climatique, mais ils sont aussi les mieux placés pour collecter des données scientifiques sur le terrain. Ces observations peuvent relever aussi bien des phénomènes naturels (écroulements, chutes de pierre, avalanches), comme c'est déjà le cas dans le massif du Mont-Blanc, que des espèces de faune et de flore rencontrées.

**Dans les années à venir, les guides et accompagnateurs pourront ainsi développer de nouvelles compétences**

**de « guides sentinelles » du milieu montagnard.**

**Ces nouvelles formes de pratique ne remplaceront toutefois jamais ce qui fait l'ADN de notre métier depuis 200 ans : accompagner nos clients en montagne, gravir des cols et des sommets, et vivre des expériences uniques sans jamais renoncer au cœur de notre profession, l'exigence de la sécurité à tout instant.**

**RE-CONSTRUIRE NOTRE IMAGINAIRE DE LA HAUTE MONTAGNE**

**Depuis la naissance du métier de guide, nous avons contribué à construire un imaginaire collectif de la haute montagne et de la pratique de l'alpinisme<sup>35</sup>.** « L'invention » du mont Blanc par Saussure pose les premiers cairns de cette histoire sociale des Alpes. Elle

a progressivement conduit à transformer la perception d'une montagne maudite au profit d'un terrain de découverte et d'émerveillement que Gaston Rébuffat nommait « le jardin féerique » de la haute montagne<sup>36</sup>.

**La Compagnie des guides de Chamonix est un protagoniste central dans l'élaboration de cette histoire depuis maintenant 200 ans.**

**La perception et l'imaginaire de la montagne ont évolué, y compris dans l'histoire récente.**

Cet imaginaire s'est construit sur des éléments de paysage stéréotypés (fig. 35, 36) : une forêt de montagne enneigée, une arête de neige sculptée par le vent, un glacier immaculé, ou un gendarme de granit orangé trônant au milieu d'un paysage glaciaire. **Cependant, le constat est simple : si nous continuons de véhiculer exclusivement ces images de la montagne et d'y lier nos activités, le risque est grand de ne plus pouvoir tenir la promesse de cet imaginaire alpin dans les années à venir.**

Ces transformations ne seront certes pas immédiates, mais **notre histoire nous incite à réfléchir aux décennies à venir et au-delà des prochains jours, semaines et années. Les prévisions scientifiques exposées dans les chapitres précédents ont mis en évidence que la fin de ce siècle verra la disparition des glaciers en dessous de 3500 mètres voire davantage ainsi que la réduction d'environ 70 % du manteau neigeux dans les Alpes.** Si ces modifications futures dépendent en partie de nos émissions de GES dans les années à venir, les transformations sont déjà en cours et pour partie irréversibles. **Les marges de manœuvre actuelles concernent les degrés d'impact et non plus le renversement de ces tendances.**

Ce contexte peut rendre nostalgique mais nous, guides et accompagnateurs, bénéficions d'un atout important : **la vraie valeur de nos professions n'est pas la neige et la glace, mais le partage d'aventures et d'expériences**



Figure 36. Affiche de Samivel de 1970 (source : Amis de Samivel, Coll. Musée alpin de Chamonix-Mont-Blanc).

**fortes vécues en montagne.** Les fondements de nos métiers de guide ou d'accompagnateur sont l'immersion en montagne et le partage ; la neige et la glace ne sont pas les déterminants des expériences alpines, ils n'en sont que des supports.

**Les paysages de montagne vont continuer d'évoluer mais ces changements ne doivent pas remettre en question la richesse des expériences.** Même dans 50 ans, entre 1000 et 4800 mètres d'altitude, nous pourrions toujours retrouver une diversité exceptionnelle d'espèces et de milieux, en passant de la forêt montagnarde aux prairies alpines, pour terminer sur les hautes cimes abruptes, sûrement moins immaculées qu'hier et qu'aujourd'hui mais toujours propices à la pratique de l'alpinisme !

Le paysage de la Mer de Glace en 2015



© CREA Mont-Blanc & Claire Giordano; SOURCES : IGE Grenoble, USGS/Landsat

Claire Giordano

Le paysage de la Mer de Glace imaginé en 2050



Claire Giordano

Figure 37. Aquarelles du paysage de la Mer de Glace en 2015 et en 2050 par l'artiste Claire Giordano, d'après les cartes de retrait glaciaire et de colonisation végétale à l'horizon 2050 (source : CREA Mont-Blanc).

**Notre défi est donc le suivant : développer un imaginaire collectif de la montagne qui tienne compte de ses évolutions, et qui transmette la beauté de l'ensemble des versants et des étages alpins. À nous de faire passer une passion pour la montagne plus forte que les bouleversements du changement climatique qui la traversent.**

### ATTÉNUER NOTRE IMPACT, UN ENJEU POUR LA PROCHAINE DÉCENNIE

**Guides et accompagnateurs ne doivent pas seulement s'adapter au changement climatique, mais aussi participer à l'effort collectif pour limiter les émissions de GES.** Dans le cadre de l'enquête « Guides et changement climatique »<sup>30</sup>, **86 % des guides se sont dits sensibles aux émissions liées à l'exercice de leur métier** et nombre d'entre eux ont relevé un paradoxe de plus en plus difficile à surmonter : évoluer dans un milieu qui subit fortement les impacts du changement climatique et en même temps contribuer aux dits impacts. Plus encore, certaines stratégies d'adaptation liées à des déplacements plus lointains et plus nombreux pour s'adapter à des conditions moins favorables peuvent placer les guides dans un dilemme : travailler ou limiter les impacts.

**Les principaux impacts liés à l'activité de guide ont trait aux transports pour se rendre sur les lieux de pratique.** La question des voyages avec transports aériens reste la plus épineuse. Réduire la fréquence des voyages, privilégier des destinations moins lointaines ou accessibles en transports ferroviaires et allonger la durée desdits voyages font partie des trois grandes stratégies d'atténuation sur lesquelles planchent les guides voyageurs. En effet, 64 % des guides mettent déjà en place des actions pour réduire leurs propres émissions de GES, notamment par du covoiturage avec des collègues ou des clients (45 %) et par la réduction du nombre de voyages lointains (25 %).

**Dans le cadre de l'exercice du métier dans les Alpes, les stratégies d'atténuation concernent d'une part les guides, d'autre part les clients.** Les guides sont majoritairement dépendants de leur voiture individuelle pour se rendre sur leur lieu d'exercice – exception faite des guides résidents proches des points de départ de courses, comme les guides de la Compagnie de Chamonix, de Saint-Gervais ou du bureau de La Grave. **Simon Elias** donne sa vision d'une pratique locale du métier de guide :



PODIUM DES SECTEURS PRIORITAIRES D'ACTION IDENTIFIÉS PAR LES GUIDES ET ACCOMPAGNATEURS DE LA COMPAGNIE DES GUIDES DE CHAMONIX

**« On a devant nous une opportunité historique d'adapter le métier de guide à la situation complexe que nous sommes en train de vivre et de lui donner un élan éthique qui fera perdurer la profession et la passion pour la montagne dans le futur. Après 20 ans dans le métier, pour terminer ma carrière, je souhaite redonner à la montagne son ampleur, son éloignement et sa majesté d'origine, en créant dans l'esprit de mes clients le respect, la préparation et l'émerveillement que la nature nous demande. Dans mon cas personnel, j'ai décidé de limiter les voyages au minimum, autant pour les vols que les déplacements en voiture vers les vallées voisines, et de faire les retours de raids à ski en train quand cela est possible. Partir à pied depuis la vallée sans remontées mécaniques me permet de vivre une autre réalité, de créer une aventure là où normalement elle n'existe pas. À travers une pratique locale de la haute montagne, je cherche à mieux comprendre les cimes et les glaciers que je vois depuis la fenêtre de la maison, pas comme un sportif mais comme un berger. »**

**Bien souvent, l'impact majeur réside dans le déplacement des clients, qui pour la plupart viennent de loin.** Le guide a alors un rôle à jouer pour trouver des lieux de pratique permettant un accès ferroviaire ou en covoiturage, au moins pour les derniers kilomètres. À cet égard, la Compagnie des guides de Chamonix s'est engagée à offrir un avantage financier aux clients qui arrivent par les transports en commun hors avion. En

partenariat avec les hôtels, les séjours de longue durée sont aussi privilégiés et mis en avant auprès de la clientèle étrangère.

Compte tenu de l'impact environnemental des déplacements des clients, une autre possibilité est de les encourager à compenser les émissions de leur trajet, ou de faire un don en faveur de la protection ou de l'étude de l'environnement. L'expert Jean-Marc Jancovici a proposé une solution originale : lors d'une sortie encadrée en montagne, tous les acteurs sont rémunérés (le professionnel, le gardien de refuge, la société des remontées mécaniques, etc.) sauf le milieu lui-même, qui bien souvent assure l'essentiel du « service » fourni au client. **Trouver des façons de « rémunérer » l'environnement dans le cadre des nos sorties peut constituer alors une piste de réflexion intéressante pour les années à venir.**

Le transport n'est pas la seule facette du métier de guide qui génère un impact environnemental. Malgré des efforts importants faits par certaines marques de matériels de montagne, **le textile a de forts coûts environnementaux en termes d'émissions des GES** liés aux matériaux, aux processus de fabrication, au transport des biens, mais également en termes d'usure (libération de fibres synthétiques). Une action d'atténuation envisagée par la Compagnie des guides de Chamonix est de travailler en concertation avec nos partenaires fabricants et des réparateurs locaux pour mettre en place des initiatives de recyclage et de réparation des vêtements.

**D'une manière générale, la partie terrain du métier de guide et d'accompagnateur est peu polluante ; l'impact vient principalement des services qui se situent autour de la pratique. Comme le textile, les refuges de montagne représentent un levier d'action important**

**pour réduire les émissions de GES liées à nos métiers.** Toute action concrète à ce niveau est complexe à initier et nécessitera une concertation importante entre les différents socio-professionnels et décideurs des territoires de montagne (clubs alpins, gardiens, parcs et collectivités territoriales).

À ce stade, nous avons réfléchi à des propositions au niveau des refuges, qui devront être croisées avec le regard et les besoins des autres acteurs, par exemple : réduire la quantité de viande proposée dans les menus ; privilégier l'usage de l'eau de proximité en la rendant potable ou, quand cela n'est pas suffisant, réaliser l'approvisionnement en eau sous forme de bidons massifs à la place des bouteilles en plastiques individuelles ; installer davantage de panneaux solaires ; ou encore améliorer les systèmes de traitement des eaux usées en installant des toilettes sèches dans les refuges de haute montagne où elles ne sont pas déjà en place. Enfin, en parallèle de la mise en place d'actions concrètes d'atténuation, **les refuges sont en train de devenir des hauts**

**lieux de sensibilisation** des pratiquants de la montagne au sujet des milieux de montagne et des enjeux du changement climatique, dans le cadre du programme de recherche interdisciplinaire **Refuges Sentinelles**.

**En refuge et sur le terrain, les guides et les accompagnateurs ont comme responsabilité de sensibiliser la clientèle aux conséquences du changement climatique dans les Alpes.** Souvent, nos clients ont un pouvoir de décision important dans le monde des entreprises ou à d'autres égards dans notre société.

En tant que guides, nous avons un rôle essentiel à assurer en tant **qu'éducateurs à l'environnement**. Nulle part le changement climatique n'est plus visible qu'en montagne, ce qui nous offre un support idéal pour présenter les conséquences directes du comportement de nos sociétés sur l'environnement. **Espérons que vivre des bons moments là-haut peut renforcer, voire établir, un lien entre nos clients et la nature, et leur donner envie d'agir eux-mêmes pour préserver ce cadre exceptionnel.**

STRATÉGIES D'ADAPTATION DES GUIDES	
COURT TERME	LONG TERME
SAISON	FAIRE ÉVOLUER LA FORMATION INITIALE
LIEU	PRIVILÉGIER L'EXPÉRIENCE AU-DELÀ DE L'OBJECTIF
ACTIVITÉ	RE-CONSTRUIRE NOTRE IMAGINAIRE DE LA HAUTE MONTAGNE

**ET SÛREMENT D'AUTRES STRATÉGIES À IMAGINER...**

## Conclusion

### VERS UN MÉTIER DURABLE, OU COMMENT CONTINUER À FAIRE RÊVER ?

**Les guides et les accompagnateurs se trouvent actuellement dans une période charnière de leur histoire.** Nous, professionnels de la montagne, nous retrouvons en effet confrontés à des interrogations aussi profondes que complexes. Comment, au regard de la dégradation de l'environnement dont nous sommes les témoins au quotidien, limiter drastiquement notre propre impact ? Comment agir à notre échelle face à un problème à la fois global et massif ? Quel avenir pour nos métiers dans un contexte sociétal et environnemental changeant et instable ? Cet ouvrage ne peut pas, à lui seul, apporter de réponses exhaustives à l'ensemble des défis que pose le changement climatique et qui dépassent largement le champ d'action des professionnels de la montagne, des bureaux des guides et des syndicats nationaux. Mais il servira, nous l'espérons, **après 200 ans d'histoire(s), à faire un point sur ces questions et à lancer une réflexion collective sur la voie à tracer dans les années à venir.**

**Historiquement, les guides ont été capables de surmonter les principales difficultés sociales et environnementales qui ont frappé l'existence même du métier :** la remise en question de l'alpinisme par l'aristocratie européenne suite à l'accident au Cervin en 1865, les deux guerres mondiales, la perte de 50 % des surfaces glaciaires dans les Alpes depuis le début du métier, et une déconnexion de plus en plus marquée entre l'homme et la nature ces dernières années, par exemple. **Nos plus grandes épreuves sont toutefois certainement à venir.**

**Grâce aux crises auxquelles notre société est confrontée, l'envie et le besoin des citoyens**

**de découvrir la montagne sont peut-être en plein essor.** Nous avons certainement un rôle important à jouer dans ce contexte : permettre à ce public émergent de se former, de s'évader, de vivre des aventures en sécurité, de découvrir ses capacités physiques, de se reconnecter à la nature et, pour certains sans doute, de découvrir une passion voire une vocation.

**Fanny Tomasi-Schmutz**, guide et encadrante du **Groupe jeune alpinisme Mont-Blanc**, témoigne de l'enthousiasme des générations futures de pratiquants et professionnels de la montagne :

**« Malgré de sombres constats, la passion de grimper des montagnes et l'envie – le besoin – de passer du temps là-haut seront toujours là. Nous nous adapterons aux évolutions en modifiant notre rapport aux saisons, aux activités, à certains lieux... Nous inventerons d'autres façons de pratiquer et d'emmener nos clients.**

**Partant du constat que les jeunes que nous encadrons ont autant d'étoiles dans les yeux que nous en parlant de montagne et d'alpinisme, l'avenir de nos métiers et de notre passion commune n'est peut-être pas si sombre ! »**

La montagne sera toujours là pour nous faire rêver et pour rendre possibles de belles expériences partagées. En fin de compte, l'incertitude pour l'avenir vient surtout de nous-mêmes. Serons-nous capables d'adapter nos regards et nos pratiques à une montagne qui change ? De garder une place pour le



risque et l'aventure dans notre société ? De conserver la disponibilité et le privilège d'aller là-haut ? Et, finalement, de mettre en œuvre la transition écologique nécessaire à la sauvegarde de notre propre habitat ?

En 1989 déjà, l'alpiniste **Walter Bonatti** avait su exprimer que la crise environnementale est avant tout un problème humain<sup>37</sup> :

**« Nous nous plaignons que les choses vont mal, mais, à la fin du compte, c'est nous qui en sommes responsables, chacun d'entre nous : l'océan n'est fait que de gouttes d'eau. Avant toute discussion profonde et pragmatique destinée à protéger**

**la nature, il ne faudrait jamais oublier que ce n'est qu'en conservant l'humanité, et son patrimoine éthique et culturel, que l'on pourra parvenir à protéger l'environnement dans toute sa complexité... L'homme doit redevenir plus humain et plus moral, s'il veut survivre dans ce « monde nouveau » qu'il a lui-même, et pour lui-même, créé. »**

Les propos que Bonatti a tenus il y a 30 ans l'affirment : **constater, c'est une chose, effectuer un changement profond à travers nos actions et nos décisions collectives en est bien une autre. Nous sommes aujourd'hui au courant des faits ; le travail est devant nous.**

NOUS ADAPTER | RÉDUIRE NOTRE IMPACT | TÉMOIGNER

## REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent vivement remercier Laure Decoble au Musée alpin de Chamonix ainsi que Françoise Simond, Anne Agenès et Christine Boymond Lasserre aux Amis du vieux Chamonix pour leur aide essentielle avec l'iconographie historique de la vallée. Nous souhaitons remercier l'équipe professorale de l'École nationale de ski et d'alpinisme (ENSA), qui a été à l'origine de nombreuses discussions inspirantes pour le contenu du chapitre IV. Nous tenons également à remercier Martine Colonel pour son assistance amicale à la bibliothèque de l'ENSA. Enfin, nous voulons reconnaître la contribution de nos amis et collègues guides qui ont participé à autant d'échanges plus ou moins formels autour de ces sujets, et qui ont pris le temps de répondre aux différents questionnaires envoyés au sujet de l'environnement.

Nous dédions cet ouvrage à l'une des figures de la prévention des risques en montagne et de la sensibilisation aux effets du changement climatique dans la vallée de Chamonix, Anne Revilliod. Emportée dans une chute mortelle par une coulée de neige dans le massif des Fiz en février 2021, elle était depuis 20 ans l'animatrice pleine d'énergie du Pôle montagne risk – lieu de vulgarisation et de formation dépendant de La Chamoniarde, la société de prévention des risques et de secours en montagne de Chamonix. Particulièrement inspirée et talentueuse, Anne a su faire passer les grands messages de prévention auprès de dizaines de milliers de scolaires, de jeunes montagnards, et de visiteurs de la vallée.



Anne Revilliod

## OUVRAGES CITÉS

1. Saussure (de) H.B. (2002). *Voyages dans les Alpes*, édité par Julie Boch, Georg éditeur.
2. Cuenot S. (2015). *Le Roman de Chamonix*, éditions Guérin.
3. Rébuffat G. (1982). *Le Massif du Mont Blanc - Les 100 plus belles courses*, Denoël.
4. Vincent C., Peyaud V., Laarman O., Six D., Gilbert A., Gillet-Chaulet F., Jourdain B. (2019). "Déclin des deux plus grands glaciers des Alpes françaises au cours du XXI<sup>e</sup> siècle: Argentière et Mer de Glace", *La Météorologie*, 49.
5. Institut national de l'audiovisuel (INA), Lectures Pour Tous (1959), émission du 5 août avec Roger Frison-Roche.
6. Asselin J.M. (2011). *Les Années montagne: Une histoire de l'alpinisme au XX<sup>e</sup> siècle*. Glénat.
7. 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.
8. Mourey J., Marcucci M., Ravanel L., Pallandre F. (2019). "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.
9. 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.
10. Gardent M. (2014). *Inventaire et retrait des glaciers dans les Alpes françaises depuis la fin du Petit Âge Glaciaire*. Thèse de doctorat de géographie, Université Savoie Mont Blanc.
11. Patriarca, E. et l'équipe du CREA Mont-Blanc (2020). *Montagne et changement climatique: La nature déboussolée. Exemple du massif du Mont-Blanc*, éditions Esopo.
12. Ribes A., Qasmi S., Gillett N. P. (2021). "Making climate projections conditional on historical observations", *Science Advances*, 7 (4), eabc0671.
13. Napoli A., Crespi A., Ragone F., Maugeri M., Pasquero C. (2019). "Variability of orographic enhancement of precipitation in the Alpine region", *Scientific Reports*, 9 (1), 1-8.
14. Cremonese E., Carlson B., Filippa G., Pogliotti P., Alvarez I., Fosson JP., Ravanel L., Delestrade A. (2019). *AdaPT Mont-Blanc: Rapport Climat: Changements climatiques dans le massif du Mont-Blanc et impacts sur les activités humaines*, projet EU ALCOTRA AdaPT Mont-Blanc, 101 p.
15. Vernay M., Lafaysse M., Hagenmuller P., Nheiri R., Verfaillie D., Morin S. (2019). "The S2M meteorological and snow cover reanalysis in the French mountainous areas (1958 - present)" [Data set], AERIS, <https://doi.org/10.25326/37>
16. Rarger D. N., Conrad O., Böhner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R. W. et al. (2017). "Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas", *Scientific Data*, 4, 170122.
17. Ménégoz M., Valla E., Jourdain N. C., Blanchet J., Beaumont J., Wilhelm B., Gallée H., Fettweis X., Morin S., Anquetin S. (2020). "Contrasting seasonal changes in total and intense precipitation in the European Alps from 1903 to 2010", *Hydro. Earth Syst. Sci.*, 24, 5355 - 5377.
18. Brönnimann S., Rajczak J., Fischer E. M., Raible C. C., Rohrer M., Schär, C. (2018). "Changing seasonality of moderate and extreme precipitation events in the Alps", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 18, 2047 - 2056.
19. GREC-SUD (2018). *Impacts du changement climatique et transition(s) dans les Alpes du Sud*, édités par l'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR), 48 pages.
20. Laurent L., Buoncristiani J. F., Pohl B., Zekollari H., Farinotti D., Huss M., Pergaud J. (2020). "The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif", *Scientific Reports*, 10 (1), 1-11.
21. 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*, 4, 261-272.
22. Ravanel L., Moreau L. (2018). "Apparitions et disparitions glacio-géomorphologiques autour de la Mer de Glace au cours des étés 2016 et 2017", *Nature et Patrimoine en Pays de Savoie*, 55, 20-25.
23. Mourey J., Ravanel L. (2017). "Evolution of access routes to high mountain refuges of the Mer de Glace basin (Mont Blanc massif, France) - An example of adapting to climate change effects in the Alpine high mountains", *Journal of Alpine Research*, 105.
24. 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.
25. Ravanel L., Magnin F., Gallach X., Deline P. (2020). "Évolution des parois rocheuses gelées de haute montagne sous forçage climatique", *La Météorologie*, 111, 34-40.
26. 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, 357-365.
27. Magnin F., Brenning A., Bodin X., Deline P., Ravanel L. (2015). "Statistical modelling of rock wall permafrost distribution: application to the Mont-Blanc massif", *Géomorphologie*, 21, 145-162.
28. Magnin F., Josnin J.-Y., Ravanel L., Pergaud J., Pohl B., Deline P. (2017b). "Modelling rock wall permafrost degradation in the Mont-Blanc massif from the LIA to the end of the 21st century", *The Cryosphere*, 11, 1813-1834.
29. Naaim M., Eckert N., Giraud G., Faug T., Chambon G., Naaim-Bouvet F., Richard D. (2016). "Impact du réchauffement climatique sur l'activité avalanchueuse et multiplication des avalanches humides dans les Alpes françaises", *La Houille Blanche*, 6, 12-20.
30. 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.
31. Borgnet Y., Lana F., (2020). "Guides et changement climatique, enquête quantitative réalisée auprès des adhérents du SNGM", avril 2020, Syndicat national des guides de montagne (SNGM).
32. Debarbieux B. (2020). *L'UNESCO au mont Blanc*, Guérin, éditions Paulsen.
33. Boucher F. C., Dentant C., Ibanez S., Capblancq T., Boleda M., Boulangeat L., Lavergne S. (2020). "Discovery of cryptic plant diversity in one of the harshest environments: the rooftops of the Alps", *Scientific Reports*, 11 (1), 1-10.
34. Bison M., Yoccoz N. G., Carlson B. Z., Delestrade, A. (2019). "Comparison of budburst phenology trends and precision among participants in a citizen science program", *International Journal of Biometeorology*, 63 (1), 61-72.
35. Debarbieux B., Rudaz G. (2010). *Les faiseurs de montagne*, CNRS éditions, Paris.
36. Rébuffat G. (1987). *Mont-Blanc, jardin féérique: historique des ascensions du Mont-Blanc*, Denoël.
37. Bonatti, W. (1996). *Montagnes d'une vie*, Baldini & Castoldi Datali.

## PARTENAIRES PRINCIPAUX



200  
— ANS —



SYNDICAT NATIONAL  
GUIDES DE  
MONTAGNE

## PARTENAIRES



La Région  
Auvergne-Rhône-Alpes



Livret réalisé dans le cadre des 200 ans de la Compagnie des guides de Chamonix, en partenariat avec le Syndicat national des guides de montagne (SNGM).

**Auteurs principaux:** Brad Carlson<sup>1,2</sup>, Ludovic Ravanell<sup>1,3</sup> & Yann Borgnet<sup>4,5</sup>

**Auteurs associés.e.s :** Cédric Dentant<sup>6</sup>, Simon Elias<sup>1</sup>, Olivier Greber<sup>1</sup>, Jean-Sébastien Knoertzer<sup>7</sup>, Tristan Knoertzer<sup>1</sup>, Dorian Labaey<sup>4</sup>, François Marsigny<sup>1,7</sup>, Martin Ménégoz<sup>4,8</sup>, Carmen Michelland<sup>1</sup>, Jacques Mourey<sup>3,9</sup>, Bruno Pellicier<sup>4</sup>, Bernard Prud'homme<sup>1</sup>, Benjamin Ribeyre<sup>4</sup>, Daniel Rodrigues<sup>1</sup>, Laurent Soyris<sup>1</sup>, Fanny Tomasi-Schmutz<sup>1</sup> & Georges Unia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Compagnie des guides de Chamonix, <sup>2</sup>CREA Mont-Blanc, <sup>3</sup>EDYTEM-CNRS, <sup>4</sup>Syndicat national des guides de montagne (SNGM), <sup>5</sup>PACTE-IUGA, <sup>6</sup>Parc national des Écrins, <sup>7</sup>École nationale de ski et d'alpinisme (ENSA), <sup>8</sup>IGE-CNRS, <sup>9</sup>CIRM-UNIL

