

5.2. La voie normale d'ascension du mont Blanc : analyse multi-méthode du risque de chutes de pierres dans le Grand Couloir du Goûter

D'après l'étude présentée dans l'Article 3, les conditions de pratique de la voie normale d'ascension du mont Blanc (4809 m, itinéraire 24) ont fortement évoluées à cause des impacts du changement climatique (niveau de modification 3). Ces impacts sont particulièrement importants dans la traversée du Grand Couloir du Goûter à 3270 m et la montée jusqu'à l'aiguille du Goûter (3863 m), où les chutes de pierres sont particulièrement fréquentes et intenses. D'après une étude menée par AlpeIngé (2012), la période de la journée où elles sont les plus fréquentes est entre 10h et 16h et dans la tranche horaire la plus critiques, entre 11h et 11h30, une chute de pierre se produit en moyenne toutes les 17 minutes. Lors des entretiens menés dans le cadre de l'étude sur l'évolution des itinéraires (Article 3), de nombreux guides ont souligné la forte détérioration des conditions dans le couloir où les chutes de pierres sont de plus en plus fréquentes, notamment à la faveur d'épisodes caniculaires, dont la fréquence a été multipliée par trois depuis la fin du XIX^e siècle (*cf.* : Chapitre 2, Della-Marta *et al.*, 2017). Ainsi, en 2015, les chutes de pierres étant particulièrement fréquentes et intenses dans le couloir en raison de deux épisodes caniculaires, le couloir était très fortement déconseillé et le refuge du Goûter a été fermé par arrêté préfectoral du 15 au 31 juillet et du 6 au 19 août (soit 23 % de la période d'ouverture du refuge).

Malgré l'importance des chutes de pierres et du danger qu'elles représentent pour les alpinistes, peu d'études ont été réalisées sur ce secteur particulièrement fréquenté (*cf.* : Chapitre 8) et il y a un manque de données pour caractériser les conditions géomorphologiques et météorologiques qui les contrôlent. Aussi, plusieurs systèmes de suivi ont été installés progressivement à partir de l'été 2016 (Fig. 5.2) : (i) 4 capteurs de température du sol pour caractériser l'état thermique du permafrost, (ii) un appareil photo automatique qui prend 4 photos par jour du couloir pour étudier son enneigement, (iii) des capteurs sismiques pour mesurer l'occurrence et l'intensité des chutes de pierres et (iv) un capteur de fréquentation qui comptabilise le nombre et la direction des alpinistes. Deux acquisitions lidar ont aussi été réalisées en 2016 et en 2018. Les compétences d'une douzaine de chercheurs, issus de quatre laboratoires différents (EDYTEM, LISTIC, PACTE, ISTerre), sont mobilisés. Couplé aux données issues du capteur de fréquentation (*cf.* : Chapitre 8), l'objectif final sera d'arriver à une meilleure évaluation de la vulnérabilité des alpinistes face au risque local de chute de pierre, en en mesurant la part climatique.

Par manque de temps, l'ensemble des données acquises n'ont pour le moment pas fait l'objet d'un traitement approfondi, bien que les méthodes d'analyses soient connues et fonctionnent. Dans cette section, nous nous limiterons à une présentation succincte des instruments installés, des objectifs poursuivis et des méthodes de traitements.

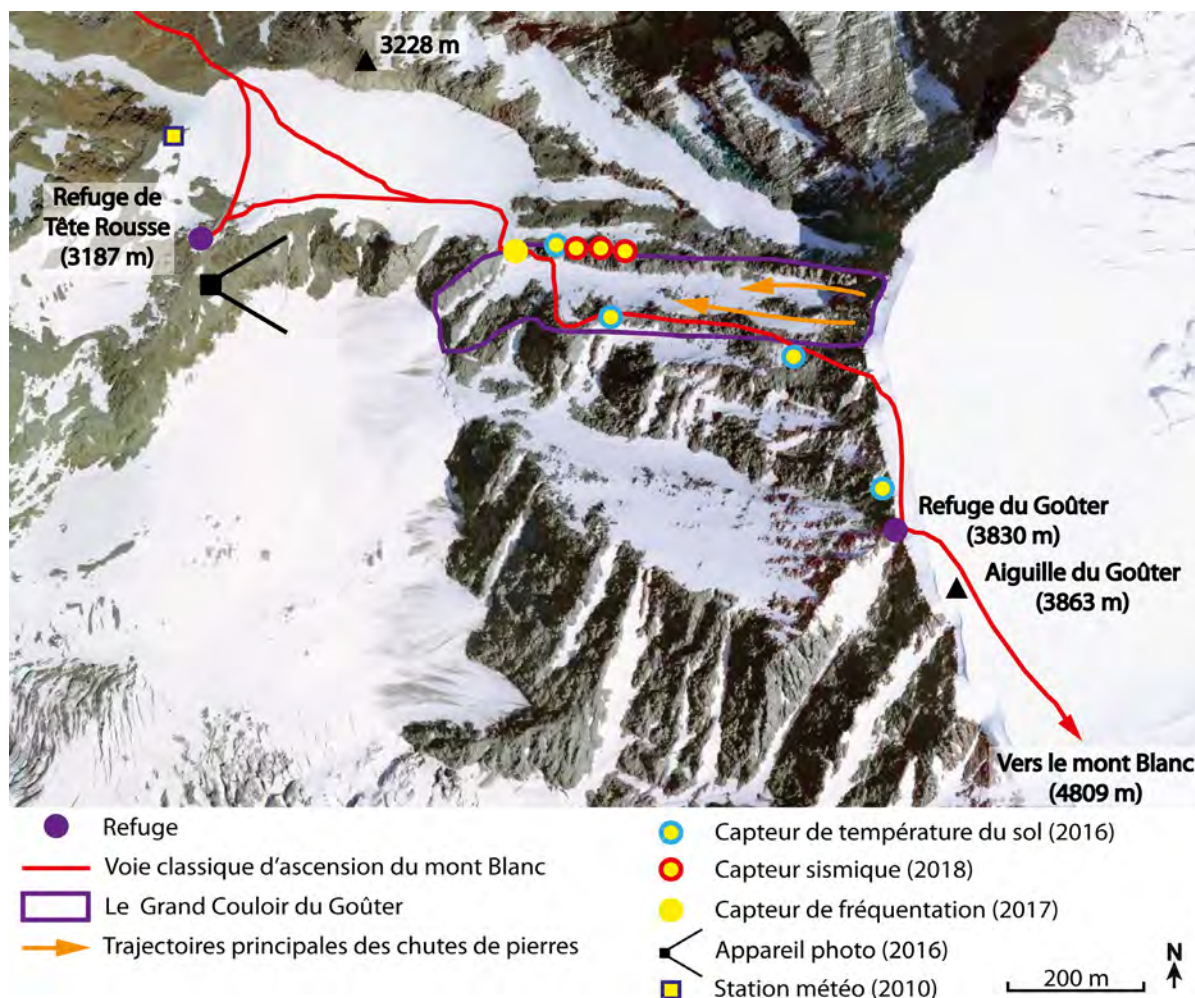


Figure 5.2. Carte de localisation du couloir du Goûter et de l'ensemble des systèmes de suivi ainsi que leur date de première installation (fond. IGN).

Ces données ont une portée autant opérationnelle – avec comme ambition d’être un outil d’aide à la décision pour les acteurs politiques et plus largement la communauté montagnarde et ses instances représentatives (FFCAM, SNGM, Compagnies et Bureau de Guides, acteurs politiques locaux) – que scientifique par la production de connaissances nouvelles sur les processus géomorphologiques à l’œuvre et leurs évolution en réaction au changement climatique.

5.2.1. Un appareil photo automatique pour l’analyse de l’enneigement

L’évolution du manteau neigeux dans le couloir est un facteur potentiellement important dans l’occurrence des chutes de pierres. En effet, la présence du manteau neigeux peut limiter mécaniquement la déstabilisation de pierres située sous la neige et il va aussi freiner ou stopper une pierre issue de la partie amont du couloir. A l’inverse, lors de sa fonte, une quantité d’eau potentiellement importante va s’infiltrer dans les terrains, ce qui est un facteur favorisant l’occurrence de chutes de pierres (D’Amato *et al.*, 2016).

Aussi, afin d'étudier l'évolution du manteau neigeux, un appareil photo automatique installé en face du couloir en juin 2016 (Fig. 5.2 et 5.3) prend 4 photos par jour sur l'ensemble de la période estivale. Les photos font l'objet d'un traitement en 3 étapes qui permet d'étudier l'évolution des surfaces enneigées. La première étape consiste en une sélection des images propices à l'étude de la neige (Fig. 5.3). Les photos où il y a des nuages, de la buée, des ombres etc. sont supprimées. Ensuite, sur chaque photo, les pixels qui représentent la neige sont détectés (Fig. 5.3). Pour cela, seul le canal de couleur bleu des photos est utilisé (Fedorov *et al.*, 2016). Dans ce canal, l'histogramme des pixels présente deux pics de couleur dont le seuillage permet de segmenter efficacement les pixels en neige des pixels déneigés. Cette segmentation est faite automatiquement en utilisant l'algorithme *Isodata* (Ridler et Calvard, 1978). Pour finir, dans une troisième étape, les pixels représentant de la neige sont convertis en une surface en m^2 par une technique de *monoplotting* (Fig. 5.3). En se basant sur les paramètres intrinsèques (taille du capteur, distance focale, centre optique, distorsion) et extrinsèques (position et orientation dans l'espace) de la caméra (Hartley et Zisserman, 2003), un lancer de rayon sur un MNT -acquis en 2016 par TLS - est réalisé pour chaque pixel des photos qui sont alors convertis en une surface métrique. Ce traitement est réalisé par Guilhem Marsy (doctorant, LISTIC-EDYTEM) et Marco Marcer (docteur, PACTE).

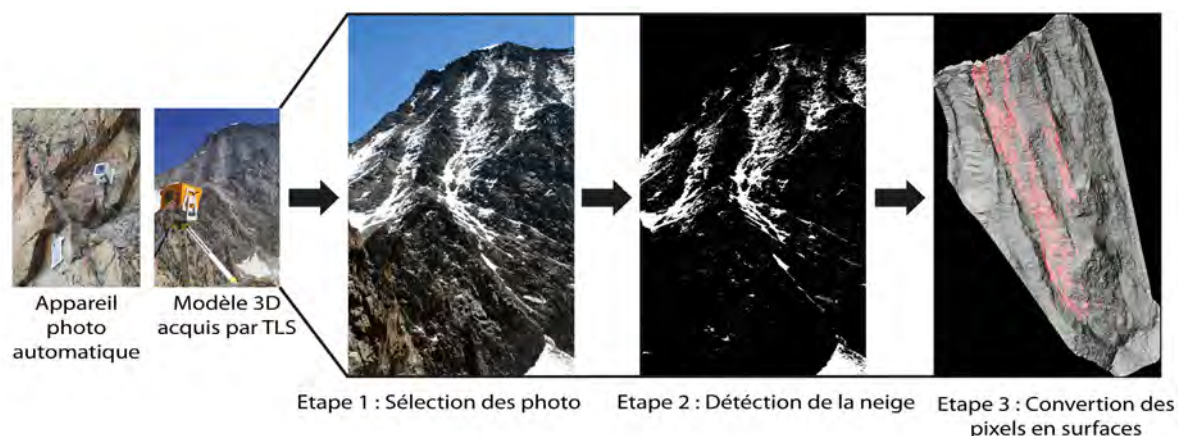


Figure 5.3. Traitement des photos de l'appareil automatique pour retracer l'évolution des surfaces enneigées dans le couloir du Goûter.

Cette méthode permet donc de retracer l'évolution des surfaces enneigées sur l'ensemble de la saison estivale et d'identifier avec précision les périodes de fonte. En revanche, la qualité et la quantité de neige (et indirectement d'eau liquide) ne sont pas renseignées ce qui peut mener à de mauvaises interprétations. Par exemple, la surface enneigée dans le couloir peut apparaître d'un coup très élevée alors qu'il n'a été que saupoudré de neige. Cette dernière n'aura alors que peu d'impacts sur les chutes de pierres. Une qualification visuelle des caractéristiques du manteau neigeux (épaisseur, type de neige etc.) est souvent nécessaire, en complément de l'analyse des surfaces enneigées.

D'autre part, un second modèle 3D a été acquis en 2018. En le comparant à celui de 2016 (Kenner *et al.*, 2011 ; Jaboyedoff *et al.*, 2014), les secteurs d'origine des déstabilisations rocheuses devraient être identifiés et leur volume global depuis 2016 devrait être calculé.

5.2.2. Des capteurs de températures pour caractériser l'état thermique local du permafrost

L'état thermique du permafrost est un des facteurs qui influencent les déstabilisations rocheuses en haute montagne (Ravanel *et al.*, 2017 ; Gallach, 2018). Aussi, dans le cas du couloir du Goûter, situé entre 3300 m et 3800 m d'altitude, 4 capteurs de températures du sol ont été installés (Fig. 5.2) en juillet 2016. Le suivi de la température de la subsurface du sol s'effectue au moyen de capteurs/enregistreurs miniatures et autonomes (*MTD* pour *Miniature Temperature Datalogger*). Les capteurs sont placés à l'abri du rayonnement solaire, à 10 cm de profondeur dans la roche. Pour s'assurer qu'il n'y a pas d'influence de la température de l'air, un joint de silicone assure l'absence de circulation d'air entre l'extérieur et le trou dans lequel le capteur est installé (Bodin *et al.*, 2010 ; Magnin *et al.*, 2015). Les données acquises par les *MTD* permettent ainsi d'analyser en détail le comportement thermique annuel de la subsurface du sol et d'attester de la présence/absence de permafrost. Ces données sont aussi une des données d'entrée qui permettent de modéliser l'état thermique du permafrost dans le secteur et d'en retracer l'évolution en comparaison avec l'évolution de la température de l'air sur le modèle de Magnin *et al.*, 2015, 2017. Ces modélisations et le suivi de l'instrumentation est principalement assuré par Pierre Allain Duvillard (docteur, lab. EDYTEM) et Florence Magnin (CR, CNRS, lab. EDYTEM).

5.2.3. Des capteurs sismiques pour documenter l'occurrence des déstabilisations rocheuses

Bien que de nombreuses données aient été acquises depuis 2016, nous n'étions toujours pas en mesure d'identifier, en continu, les périodes où des chutes de pierres se produisent dans le couloir. Cette donnée est pourtant indispensable pour mieux comprendre l'accidentologie et la vulnérabilité des alpinistes sur l'itinéraire, en faisant aussi le lien avec l'enneigement, la température du sol, la météorologie et la fréquentation.

Aussi, en collaboration avec Pascal Lacroix du laboratoire ISTerre, 3 capteurs sismiques ont été installés en rive droite du couloir le 02 juillet 2018 (Fig. 5.2) afin de mesurer l'occurrence des chutes de pierres, en continu, sur l'ensemble de la saison estivale. D'après la littérature, cette méthode permet de mesurer des volumes minimums de 0,05 m³ (Helmstetter et Garambois, 2010 ; Dietze *et al.*, 2017). Toutefois, dans nos configurations de terrain, les capteurs étant très proches de la zone d'occurrence des chutes de pierres (quelques mètres), nous estimons pouvoir mesurer des volumes minimums inférieur à 0,05 m³. Mesurer les volumes les plus petits possibles est un des enjeux majeurs dans ce travail, tant au niveau méthodologiques qu'au niveau des résultats attendus. En effet, une pierre même d'un volume très réduit, peut être fatale à un alpiniste, d'autant plus si elle est issue du sommet du couloir, 600 m plus haut. Afin de calibrer les signaux enregistrés par les capteurs sismiques, quatre comptages visuels des chutes de pierres dans le couloir ont été réalisées au cours de l'été.

Plusieurs difficultés ont été rencontrées dans le fonctionnement des capteurs et dans le traitement des données. En plus d'un problème d'alimentation qui a coupé la mesure pendant 15 jours, les capteurs ont enregistré un léger mouvement de rotation (*tilt*) qui les éloigne de leur position verticale et biaise la mesure. L'origine de ce phénomène reste pour le moment inconnue. De plus, les capteurs étant installés du même côté du couloir, l'origine géographique des signaux mesurés est difficile à déterminer précisément. Par conséquent, des chutes de pierres qui se sont produites à proximité des capteurs mais pas nécessairement dans le couloir du Goûter seront aussi prises en compte. Aussi, pour l'été 2019, 6 capteurs seront installés, de part et d'autres du couloir afin de contraindre la localisation précise des signaux enregistrés. De plus, pour éviter le risque de rotation des capteurs, ces derniers seront insérés dans des tubes en PVC, plantés dans le sol et remplis de sable.

Le moment d'occurrence et l'intensité des chutes de pierres, mesurés en continu de juillet à mi-septembre 2018 et 2019, seront alors connus dans ce secteur. Par ailleurs, un pluviomètre complète cette installation, les précipitations et notamment les orages étant des facteurs favorisant l'occurrence de chutes de pierres (Gruber, 2007).

Conclusion du Chapitre 5

Bien que le massif du Mont Blanc soit l'un des plus hauts et des plus englacés des Alpes, les itinéraires d'alpinisme et leurs conditions de fréquentation sont très affectés par les effets du changement climatique. 25 processus liés au réchauffement climatique et affectant les itinéraires ont été identifiés. Cette liste regroupe principalement des processus liés à la fonte des glaciers et des couvertures nivo-glaciaires et à la dégradation du permafrost. C'est l'une des principales différences par rapport à la liste proposée par Ritter *et al.* (2011) pour les Alpes orientales. En effet, bien que l'origine géomorphologique et glaciologique des phénomènes présentés ne soit pas identifiée (fonte des glaciers, dégradation du permafrost, etc.), la liste que les auteurs proposent est principalement centrée sur l'évolution paraglaciale des milieux et les processus liés à la fonte des langues glaciaires. On peut émettre l'hypothèse que cette différence est liée au plus faible englacement des massifs autrichiens et/ou au fait que les sentiers de randonnées d'altitude soient aussi pris en compte dans leur étude.

Pour le massif du Mont Blanc, chacun des 95 itinéraires étudiés est affecté en moyenne par 9 des 25 phénomènes identifiés. Autrement dit, un alpiniste qui veut les fréquenter doit prendre en compte et potentiellement adapter sa pratique à 9 phénomènes liés au changement climatique. Les phénomènes identifiés et leurs impacts sur les itinéraires d'alpinisme doivent toutefois être appréhendés à différentes échelles de temps. L'échelle temporelle sur laquelle ils ont été mis en évidence est pluri-décennale (années 1970 à 2018). Sur l'ensemble de cette période, ils entraînent un décalage progressif de la période de bonnes conditions pour la pratique de l'alpinisme vers le printemps, l'automne et même l'hiver pour certains itinéraires. Cependant, ces phénomènes peuvent être réduits ou au contraire accentués à l'échelle saisonnière et hebdomadaire, notamment en

fonction des conditions météorologiques. Ils sont en général réduits au début de la saison estivale, lorsque l'enneigement hivernal est encore présent, et accentués à la fin de la saison ou au cours de périodes caniculaires. Il en résulte une difficulté à identifier les périodes de bonnes conditions pour la pratique de l'alpinisme, ces dernières étant distribuées de plus en plus aléatoirement au cours de l'été. Aussi, un surcroît d'attention doit être porté afin de fréquenter un itinéraire lorsqu'il est en bonnes conditions, c'est-à-dire pas nécessairement plus dangereux ou plus difficile qu'auparavant. Il est important de noter que certains passages peuvent aussi devenir plus faciles, notamment à la faveur d'un glacier plus plat et/ou moins crevassé dans sa partie basse. Toutefois, sur les 95 itinéraires étudiés, ce constat ne s'applique jamais à la totalité de l'itinéraire, dont le niveau technique maximum reste inchangé ou majoré.

L'ensemble de ces résultats a fait l'objet d'une attention et d'une utilisation importante de la part des médias avec notamment un article détaillé, publié dans le *Dauphiné Libéré* du 28 mars 2019, deux autres articles publiés dans le média Internet *Alpine Mag* les 08 et 10 avril 2019, un article dans *The Guardian* le 24/08/2018 et un article dans *El Pais*, le 26 juin 2019. Un article décrivant spécifiquement l'étude sur la voie normale d'ascension du mont Blanc a été publié dans *Montagnes Magazine* (Annexe 5.2) à l'occasion d'un numéro dédié au débat sur la mise en place d'un système d'encadrement de la fréquentation sur cette voie. Un numéro spécial de *Montagnes Magazine* est aussi en cours de préparation sur l'étude des 100 plus belles courses du massif du Mont Blanc de G. Rébuffat. Ces résultats sont par ailleurs diffusés à l'occasion de cours à destination des futurs guides lors de leur formation à l'ENSA et une vidéo de sensibilisation est aussi en cours de réalisation pour la chaîne *you-tube* de l'ENSA. De plus, des fiches thématiques à l'attention des pratiquants, et notamment des alpinistes amateurs sont en cours de réalisation en partenariat avec *La Chamoniarde* afin de les sensibiliser à l'évolution des itinéraires (exemple Annexe 5.3).

On peut estimer que l'évolution en cours des itinéraires d'alpinisme et de leurs conditions de fréquentation va se poursuivre, voire même s'intensifier, au cours des prochaines décennies. Cela nous poussera, dans la partie suivante, à interroger les pratiquants de l'alpinisme et notamment les guides de haute montagne sur leur perception et leur adaptation aux effets du changement climatique.

Enfin, un travail identique sur l'évolution des itinéraires d'alpinisme et de leurs conditions de fréquentation va être réalisé pour le massif des Écrins, basé de nouveau sur le topoguide publié par G. Rébuffat en 1974, *Le massif des Écrins, Les 100 plus belles courses et randonnées*. Un stage de Master 2 Géographie est en cours (été 2019) à l'Institut de Géographie Alpine (IGA) de Grenoble, dans le cadre du programme *Refuge Sentinelles* afin d'améliorer la méthodologie avec l'objectif de localiser les processus identifiés et de produire des rendus cartographiques.

Conclusion de la Partie II

L'axe de recherche traité dans cette deuxième partie avait pour objectif de mesurer les impacts de l'évolution des milieux de haute montagne sur les itinéraires d'alpinisme et leurs conditions de fréquentations en période estivale.

Deux types d'itinéraires ont été étudiés et donnent lieu à trois articles : les accès aux refuges de haute montagne dans les Alpes occidentales (Article 1) et dans le bassin de la Mer de Glace (Article 2) et, les voies d'alpinisme à proprement dites, dans le massif du Mont Blanc (Article 3). Les deux types d'itinéraires sont principalement affectés par la fonte des glaciers et les processus concomitants tels que la dégradation des moraines et l'augmentation de l'angle de pente des glaciers. Dans les deux cas, il en résulte une augmentation de la difficulté technique et de la dangerosité des itinéraires, support de la pratique de l'alpinisme. En conséquence, les périodes de bonnes conditions pour les fréquenter sont plus aléatoires en été et se décalent d'environ 4 semaines vers le printemps et parfois vers l'automne.

Le constat issu de cette première partie nous conduit à poser la question de la perception de ces changements et surtout de l'adaptation que les acteurs de l'alpinisme mettent en place pour faire face à cette évolution des conditions de fréquentation des itinéraires. Cette question sera l'objet de la troisième partie de ce manuscrit.

Partie III

Perception et adaptation des alpinistes aux impacts du changement climatique sur les itinéraires

La troisième partie de ce manuscrit présente principalement nos résultats issus du deuxième axe de recherche identifié dans le Chapitre 3 soit la perception et l'adaptation des alpinistes aux impacts du changement climatique. L'objectif est d'évaluer si l'évolution des itinéraires mis en évidence dans la deuxième partie entraîne une adaptation de la part des alpinistes et une évolution de la fréquentation de la haute montagne. Le Chapitre 6 se concentre sur les guides de haute montagne français et valdotains et se structure autour des Articles 4 et 5 de ce manuscrit. Le Chapitre 7 présente l'étude du nombre de nuitées des refuges de haute montagne dans le massif du Mont Blanc. Enfin, dans le Chapitre 8, les flux d'alpinistes au niveau des principaux points d'accès à la haute montagne dans le massif du Mont Blanc sont étudiés avec l'objectif initial d'identifier des comportements adaptatifs de la part des alpinistes au fur et à mesure de l'évolution des conditions de pratique au cours d'une saison estivale. La méthodologie mise en place pour quantifier et qualifier les flux d'alpinistes est présentée au début de ce chapitre, dans le sixième et dernier article de ce manuscrit. Ce chapitre est complété par un rapport d'étude sur l'« Accidentologie sur la voie classique d'ascension du mont Blanc de 1990 à 2017 ». Il permet de mettre en perspective et de discuter la fréquentation et l'adaptation des alpinistes à l'évolution des conditions. Il sert aussi d'outils d'aide à la décision pour les acteurs locaux ayant en charge la gestion de cet itinéraire.

Chapitre 6. Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique, perception et adaptation

L'évolution des conditions de pratique de l'alpinisme, mise en évidence dans la Partie II de ce manuscrit, pose la question de la manière dont les alpinistes sont affectés par ces modifications. Pour des raisons méthodologiques et logistiques, il est toutefois difficile d'interroger l'ensemble des groupes de pratiquants de l'alpinisme. Aussi, nous nous sommes d'abord concentrés sur les guides de haute montagne, professionnels emblématiques de l'alpinisme, autour de la principale problématique qui est de comprendre comment ils sont affectés par les effets du changement climatique et comment ils s'adaptent en conséquence.

Dans la première section de ce chapitre, nous présenterons un résumé de l'évolution de la profession de guide de haute montagne depuis les années 1950 et les modalités actuelles de pratique du métier à des fins de contextualisation. La deuxième section du chapitre se structure autour des Articles 4 et 5 de ce manuscrit. L'Article 4 est basé sur une enquête par questionnaire effectuée auprès des guides du Syndicat National des Guides de Montagne (SNGM) et des entretiens semi-directifs afin d'identifier leurs stratégies d'adaptation face à l'évolution des itinéraires sur les périodes estivales. Une typologie des guides en fonction de leurs difficultés et stratégies d'adaptation est proposée. Le terme de stratégie est utilisé dans son acception générale, qui inclut l'ensemble des mesures et des actions – réactives ou proactives, préméditées ou spontanées - mises en place dans le but d'atteindre un résultat souhaité. Il s'agit en l'occurrence des actions mises en œuvre par les guides de haute montagne dans leur adaptation aux impacts du changement climatique. L'objectif à atteindre est alors variable d'un guide à un autre : réduction de la prise de risque, maintien de l'activité économique, satisfaction de la clientèle etc. L'Article 5, dont E. Salim est premier auteur à la suite de son travail de Maîtrise, présente une étude comparative de la perception et de l'adaptation au changement climatique entre les guides de la vallée de Chamonix et les guides valdôtains. Il est basé sur les données de l'enquête par questionnaire réalisée avec le SNGM et sur une seconde enquête conduite auprès des guides du Val d'Aoste. Des perceptions et des adaptations très distinctes aux impacts du changement climatique sont identifiées de part et d'autre du massif du Mont Blanc.

6.1. Les guides de haute montagne, professionnels emblématiques de l'alpinisme

C'est au cours de la période dite de l'Âge d'Or de l'alpinisme que le métier de guide de haute montagne commence à se structurer notamment avec la création des premières Compagnies de Guides (*cf.* : Chapitre 1). Le CAF va aussi contribuer à la réglementation de la profession en mettant en place un registre certifiant les catégories de guides autorisées à accompagner des touristes : les muletiers, les porteurs et les guides de deuxième ou première classe. Toutefois, dans cette section,

nous nous concentrerons sur l'évolution et les caractéristiques du métier de guide depuis le milieu du XX^e siècle, période principalement traitée dans cette étude.

En France, la Loi Montagne de 1948 est la première loi qui officialise le métier de guide. Elle se traduit notamment par la mise en place d'un dispositif de formation décernant les brevets d'Aspirant Guide et de Guide de Montagne. D'après M. Martinez (2015), la formation délivrée par l'ENSA, et plus largement la profession de guide, est conditionnée et a évolué depuis les années 1950 en lien avec i) la réglementation croissante des sports de nature, ii) l'évolution de l'alpinisme, iii) l'évolution du contexte touristique, notamment dans les Alpes, iv) les revendications syndicales, ainsi que v) les interactions entre les guides et les autres métiers sportifs de montagne. Dans l'ensemble, cela se traduit par une extension progressive du champ d'activité des guides. La première activité à faire l'objet d'une telle extension est le ski, dans la mesure où les sports d'hiver se sont largement développés et diffusés en parallèle avec la création de nombreuses stations de ski. Ainsi, la pratique du ski est introduite dans la formation des guides en 1973 (Bourdeau, 1991 ; Martinez, 2015). Ce processus d'ouverture des prérogatives attribuées au métier va s'accélérer à partir des années 1980. En 1986, le diplôme de guide intègre un monitorat d'escalade et, en 1996, le *canyoning*. Ainsi, à partir des années 1970, le métier de guide se transforme et le contenu de la formation se densifie progressivement, non sans polémiques. En effet, l'ouverture des prérogatives des guides, notamment vers le canyon, se heurte à la représentation classique du métier de l'époque (Martinez, 2015). Il en résulte toutefois que les prérogatives des guides sont aujourd'hui les plus ouvertes et englobent une grande partie des prérogatives d'autres professionnels de la montagne (Moniteur de Ski, Brevet d'Etat (BE)/Diplôme d'Etat (DE) Escalade, AMM, BE/DE *Canyoning*) ce qui leur offre une très bonne compétitivité (Bonnemaison, 2018) et adaptabilité.

Cette ouverture et diversification des prérogatives des guides, conjuguée à l'évolution de l'offre et de la demande et du type de clientèle en terme de loisirs sportifs de montagne, vont se traduire par de nouvelles aptitudes techniques et pédagogiques mais surtout par de nouvelles fonctions qui vont « alimenter une identité professionnelle plus ample » (Martinez, 2015). Pour illustrer cette évolution, on peut notamment citer les travaux de Philippe Bourdeau qui l'a mise en évidence à travers l'étude de la culture professionnelle des guides. Cette dernière se recompose d'une culture « moderne » ou c'est le guide « qui va devant » - qui montre l'itinéraire - à une culture « trans-moderne » ou c'est le guide « qui transmet » et fait partager ses connaissances et une expérience avec sa clientèle (Tab. 6.1) (Bourdeau *et al.*, 2006).

	Première génération Culture professionnelle moderne (1950-1980)	Deuxième génération Culture professionnelle postmoderne (1980-2000)	Troisième génération Culture professionnelle trans-moderne (2000- ...)
Rôle du guide	« Celui qui va devant »	« Celui qui est avec »	« Celui qui transmet »
Registre d'intervention du guide	La technique	Le marketing	La culture
Ligne de force de la formation	Jusqu'en 1984 : aptitude physique et technique	Logique client et logique d'adaptation socioculturelle (favoriser l'adaptation du guide au contexte culturel et économique)	2010 : pédagogie, formation, gestion du risque, logique métier

Tableau 6.1. La dynamique des cultures professionnelles (Bourdeau et al., 2006 ; modifié).

Aujourd'hui, l'Union Internationale des Guide de Montagne (UIAGM) inclut 23 pays et compte 6000 guides dont 75 % exercent dans l'arc alpin. En France, deux syndicats représentent aujourd'hui les guides de haute montagne. Le syndicat historique, le Syndicat National des guides de Montagne (SNGM), regroupe aujourd'hui 1332 guides actifs et le Syndicat Interprofessionnel de la Montagne (SIM), créé en 2014, regroupe quant à lui 200 guides actifs.

Bien que la profession de guide s'exerce de manière très variée d'un guide à l'autre, d'après « l'enquête métier » réalisée en 2016 par le SNGM (SNGM, 2016), deux grands types de guides se distinguent aujourd'hui :

- (i) les guides « cœur de métier », mono-actifs, qui travaillent principalement avec une clientèle privée (prise de contact dite « en direct ») autant l'été en alpinisme que l'hiver en ski hors-piste, ski de randonnée et cascade de glace ;
- (ii) les guides « multi-activités », pluriactifs, qui travaillent principalement *via* une compagnie ou un bureau de guides (prise de contact *via* un intermédiaire) l'été, et qui pratiquent des activités très variées – *canyoning*, école d'escalade, *trekking* – et des courses d'alpinisme faciles dans une moindre mesure.

Pour l'ensemble des guides, 45 % de l'activité globale se concentre sur la période estivale contre 30 % pour l'hiver. Toutes saisons confondues, les principales activités pratiquées par les guides sont l'alpinisme estival (26 jours de travail en moyenne par an), le ski hors-piste (19 jours), le ski de montagne/voyage à ski (17 jours), l'escalade (école d'escalade, 7 jours ; escalade en falaise, 6,7 jours) et le *canyoning* (6,3 jours). 35 % des guides sont mono-actifs et travaillent en moyenne 128 jours par an (2015). 65 % sont pluriactifs et travaillent en moyenne 83 jours par an (2015) en tant que guide. Parmi ces guides pluriactifs, 46 % exercent en parallèle le métier de moniteur de ski, 20 % une activité de secouriste et 18 % le métier de cordiste. Le nombre de clients qu'un guide emmène par sortie est

très variable d'une activité à une autre. En alpinisme, un guide emmène en moyenne 2 clients par sortie, contre 4 à 5 en ski hors-piste et de randonnée et jusqu'à 6 en *canyoning*. Enfin, la majorité des guides résident dans les départements alpins, et principalement en Haute Savoie (272 membres), qui est aussi le premier département d'exercice pour 50 % d'entre eux (Fig. 6.1).

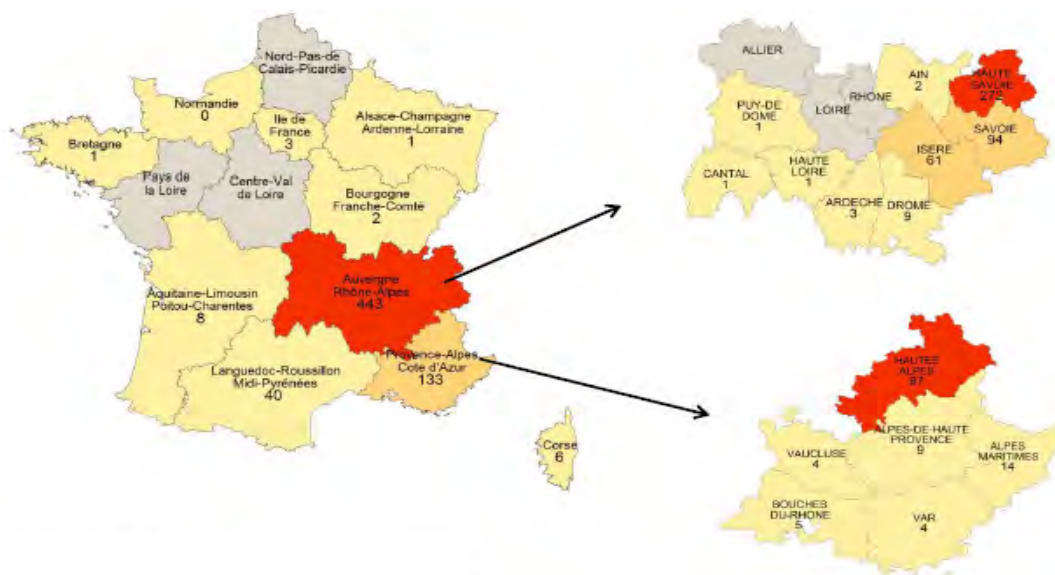


Figure 6.1. Département de résidence des guides du SNGM en 2016 (SNGM, 2016)

Toujours d'après cette enquête métier, les guides sont relativement inquiets quant à l'avenir de leur profession et souhaiteraient pouvoir continuer à exercer de manière traditionnelle (*i.e.* alpinisme en été et ski hors-piste en hiver). Les principales raisons de cette inquiétude sont (i) le changement climatique, (ii) les contraintes économiques et administratives, (iii) la réorganisation de leur métier autour de prestations de voyages/exploration, où le guide a surtout un rôle d'organisateur de séjours en « tout compris » et d'animation, les attentes des clients évoluant fortement avec une demande d'activités ludiques, accessibles à tous avec une prise de risque la plus faible possible (*cf.* : Chapitre 1). En conséquence, l'alpinisme est souvent perçu comme étant relégué au second plan.

La profession fait de plus face à une judiciarisation croissante et à un refus de la prise de risque, posant des difficultés judiciaires et assurantielles. Le montant des indemnisations des préjudices subis par des clients de guide lors d'un accident a très fortement augmenté ces 10 dernières années (SNGM, 2017). C'est notamment pour cette raison que le SNGM a changé de compagnie d'assurance, renégocié l'ensemble de ses contrats en 2017 et organisé les *Assises de la Sécurité en Montagne* avec notamment pour but la mise en place de mesures permettant de réduire le nombre d'accidents. C'est autour de ces dernières thématiques, structurant l'évolution actuelle de la profession, que s'organise le projet « *Horizons Guides – Pour l'avenir d'une profession humaine et solidaire* », feuille de route du SNGM entre 2017 et 2020 avec en particulier les priorités d'actions suivantes : « Penser client », « Assurer la sécurité et la protection des guides et du métier » et « S'adapter au changement climatique ». C'est dans ce contexte et dans le cadre du projet *Horizons Guides* du SNGM que s'inscrit ce chapitre de thèse avec l'objectif d'interroger les guides sur leur perception des effets du changement climatique et sur leur adaptation à ces effets.

6.2. Article 4 – Fiche synoptique

Strategies used by French Alpine guides to adapt to the effects of climate change

Stratégies d'adaptation des guides de haute montagne français pour s'adapter aux impacts du changement climatique

Mourey J.¹, Perrin-Malterre C.¹, Ravanel L.¹, 2020, *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*.

¹ Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, EDYTEM, 73000 Chambéry, France

Objectifs de l'article

- Identifier les stratégies d'adaptation mises en place par les guides de haute montagne face aux impacts du changement climatique
- Evaluer la difficulté/facilité des guides à s'adapter.
- Identifier différents profils de guides en fonction de leurs perceptions du changement climatique et des difficultés et des stratégies d'adaptation mises en place.

Problématique

- Comment les guides de haute montagne sont-ils affectés et comment s'adaptent-ils aux impacts du changement climatique sur les conditions de pratique de l'alpinisme ?

Méthodologie

- Enquête par questionnaire auprès des guides du SNGM (Annexe 6.1).
- Entretiens semi-directifs.

Principaux résultats

- Tous les répondants au questionnaire observent une évolution des milieux de haute montagne face au changement climatique ; cette évolution suscite principalement des sentiments négatifs tels que l'anxiété (63 % des répondants), la tristesse (52 %) et la nostalgie (32 %).
- 71 % des répondants considèrent que le changement climatique a des impacts significatifs pour la pratique de l'alpinisme depuis les années 1990.
- 99 % des répondants sont contraints d'adapter leurs pratiques du métier aux impacts du changement climatique.
- Cinq stratégies principales d'adaptation ont été identifiées : (i) le changement de saisonnalité (43,7 % des répondants), (ii) le changement des activités pratiquées (34,5 %) notamment vers des

activités qui ne se pratiquent pas en haute montagne, (iii) la réactivité face aux conditions de la haute montagne (31 %), (iv) le changement des lieux de pratique (30,2 %), et (v) le changement des techniques de progression (10,1 %).

- Les guides qui cumulent les difficultés – économiques, augmentation de la prise de risques – et qui considèrent leur adaptation comme difficile sont les guides qui ne diversifient pas leur activité, basée principalement sur l'alpinisme. À l'inverse, les guides qui semblent faire face aux impacts du changement climatique avec facilité sont les guides qui se diversifient vers d'autres activités que l'alpinisme.

- Le changement climatique est un facteur qui accélère l'évolution actuelle du métier de guide, dans laquelle l'alpinisme tend à être relégué au second plan, en poussant les guides à se diversifier vers des activités hors haute montagne en été.

Rôle des auteurs

- J. Mourey : réalisation de l'ensemble de l'étude, analyse et discussion des données, rédaction de l'article.

- C. Perrin-Malterre (co-encadrante de thèse) : aide à l'analyse des données et contribution à la rédaction de l'article.

- L. Ravanel (co-encadrant de thèse) : aide à la discussion des résultats et à la rédaction de l'article.

Résumé

Les effets du changement climatique affectent sérieusement les itinéraires d'alpinisme dans les Alpes. La pratique devient progressivement plus dangereuse et plus difficile techniquement et les périodes de bonnes conditions sont plus aléatoires en été et se décalent vers le printemps, l'automne voire même l'hiver pour certains itinéraires. Dans ce contexte, cet article est basé sur une enquête par questionnaire et des entretiens semi-directifs, afin d'étudier comment les guides de haute montagne français sont affectés par le changement climatique et comment ils s'adaptent en conséquence. Nous avons d'abord identifié 33 méthodes d'adaptation qui peuvent être regroupées en 5 stratégies principales et deux catégories de guides se distinguent en fonction de leur difficulté à s'adapter. Ce degré de difficulté d'adaptation dépend notamment des modalités d'adaptation que chaque guide décide de mettre en place. En été, les guides qui décident de maintenir leur activité principalement sur l'alpinisme traditionnel ont plus de difficultés que ceux qui se sont diversifiés vers des activités qui ne se pratiquent pas en haute montagne. Les guides ont donc la possibilité de s'adapter par la diversification, cependant, cela implique une redéfinition de leur profession avec laquelle il ne sont pas toujours en accord.

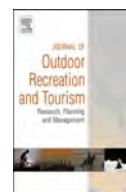
Mots clés : Guides de haute montagne, alpinisme, changement climatique, adaptation.



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Outdoor Recreation and Tourism

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/jort>



Strategies used by French Alpine guides to adapt to the effects of climate change

Jacques Mourey^{*}, Clémence Perrin-Malterre, Ludovic Ravel

Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, EDYTEM, 73000, Chambéry, France

ARTICLE INFO

Keywords:
Alpine guides
Mountaineering
Climate change
Adaptation

ABSTRACT

The effects of climate change on high mountain environments are seriously affecting summer Alpine climbing. Summer mountaineering in the Alps has become progressively more dangerous and technically difficult in recent years and good periods for mountaineering tend to be unpredictable in summer and have shifted towards spring, autumn and even winter for some routes. In this context, this research paper-based on a questionnaire survey and semi-structured interviews- examines how French Alpine guides are affected by climate change and how they adapt accordingly. This study enabled us to identify 33 methods of adaptation which we grouped in 5 main strategies. Two categories of Alpine guides were distinguished. One seems to have difficulties in adapting to the effects of climate change while the other seems to face the challenge with greater ease. This difference depends on the activities which each Alpine guide chooses to practice. In summer, those guides who mainly practice traditional mountaineering are less adaptable than those who have diversified, offering activities which can be done outside the high mountain environment. Alpine guides have the possibility to adapt through the diversification of their activities. However, this implies a redefinition of their job that does not always correspond to their preferred vision of the profession.

Management implications

Alpine guides confirm that high mountain environments are becoming more dangerous. Therefore, it is important that Alpine guides unions and politic entities start considering this situation in order to help Alpine guides implement adaptation measures and especially diversification. One of the main issue will be maintaining their economic activity without taking too much risks in the practice of mountaineering. For resort operators and local tourism officials, it is important to consider the activities Alpine guides are using to diversify their offer. It is an opportunity to develop nature-based tourism but it also implies that Alpine guides will start competing with other tourism stakeholders.

1. Introduction

Many studies have discussed the possible consequences of climate change on nature-based tourism and outdoor recreation. Most of these have concentrated on skiing and the behavioral adaptation of skiers (Rutty et al., 2015) who are facing a significant decline in the amount of snow and the duration of the snow cover (Koenig & Abegg, 2010; Rixen et al., 2011; Scott, 2011; Scott & McBoyle, 2007). On the other hand,

several studies have showed that climate change can have a positive effect on summer nature-based tourism, thanks to an increase in the number of sunny days in the European Alps (Pröbstl, Haider, Hägeli, & Rupf, 2011; Pröbstl-Haider, Haider, Wirth, & Beardmore, 2015; Serquet & Rebetz, 2011). In Canada, Jones and Scott (2006b) showed that climate change will cause an increase in the number of visits to national parks from 10 to 40% by the end of the 21st century, due to an increase in daily maximum temperatures. Moreover, Wall et al. (1986) predicted that the camping season in eight of Ontario's Provincial Parks would increase by 40 days by 2050. However, such findings are not relevant for all outdoor recreation activities, especially those which take place in high mountain environments, such as mountaineering.

Areas at high altitudes are being strongly modified by climate change. In the Alps, the total surface area of glaciers decreased by half between 1900 and 2012, and there has been a considerable acceleration of this phenomenon since the 1990s (Gardent, Rabatel, Dedieu, & Deline, 2014; Huss, 2012; Vincent et al., 2017). Concurrently, periglacial environments (cf.: French Hugh, 2013) in the Alps, which are mainly characterized by frost-action and permafrost (lithosphere materials that remain at or below 0°C for at least two consecutive years) are

^{*} Corresponding author.

E-mail address: jacques.mourey@univ-smb.fr (J. Mourey).

<https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100278>

Received 18 February 2019; Received in revised form 3 December 2019; Accepted 2 January 2020

Available online 11 January 2020

2213-0780/© 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved.

tending to warm up and degrade (Haeberli & Gruber, 2009) resulting in an increase in the frequency and volume of rockfalls (Harris et al., 2001, 2009; Raveland & Deline, 2011; Raveland, Deline, Lambiel, & Vincent, 2013, 2017).

Thus, conditions for summer mountaineering in the Alps tend to deteriorate year by year. This leads to an increase in the danger and technical difficulty of routes (Behm, Raffener, & Schöner, 2006; Pröbstl-Haider et al., 2015; Temme, 2015; Ritter, Fiebig, & Muhar, 2011; Purdie, Gomez, & Espiner, 2015; Mourey & Raveland, 2017) due to a growing number of detrimental geomorphological processes. As a result, good periods for mountaineering tend to be more unpredictable in summer and have shifted towards spring, autumn and even winter for some routes. As such, high mountain activities do not benefit from the positive effects of climate change on summer nature-based tourism. In this work, risk and danger are differentiated in the sense of Luhmann (1991, p. 256), risk being the way an individual comprehends and manages exposure to dangers, the latter being inherent to an activity and the environment in which it takes place (eg. rock falls or avalanches).

Some previous studies have examined the evolution of mountaineering routes in summer (Mourey, Marcuzzi, Raveland, & Pallandre, 2019; Purdie & Kerr, 2018; Temme, 2015), but almost no studies have investigated how mountaineers are affected by those modifications and how they have adapted, except for example Behm et al. (2006) that questions how mountain professionals (Alpine guides, mountain leaders and ski instructors) are adapting to climate change effects in Austria. Our article focuses on French Alpine guides, well-regarded mountaineering professionals. Its purpose is to examine how they are affected by the evolution of high mountain routes, and what methods they use to adapt. Other social, economic and cultural issues affecting alpine guides in their adaptation, but not climate related, will also be discussed. Alpine guides have been the subject of many studies in various disciplines (Caille, 2002; Ferclay & Radiguet de la Bastiaie, 2015; Martinoia, 2012, 2015; Mennesson & Galissaire, 2004; Wozniak, 2011). Specifically, social sciences studies have examined the socio-cultural and economic evolution of this profession and the reasons behind it (Bourdeau, 1991). However, the evolution of the high mountain environment due to climate change as a possible factor in the evolution of the Alpine guide profession has not yet been studied in detail.

The objective of this work is to study the connections between the way in which Alpine guides organize their professional activity and how they adapt to the effects of climate change. It is based on a questionnaire survey and semi-structured interviews. Our hypothesis is that Alpine guides adapt to climate change differently depending on how they organize their professional activities (seasonality, activities practiced etc.). Moreover, thanks to a better vulnerability and adaptability assessment, this study should help guides and especially their representative bodies (such as the French National Union of Mountain Guides - SNGM) to support and lead guides in their adaptation to climate change.

2. Methodology

This study combines a quantitative method based on a survey questionnaire with a qualitative method based on semi-structured interviews.

2.1. Questionnaire survey

The questionnaire was composed of open and closed questions (q = 49), structured in 5 sections. The objective of the first two sections is to get the key information on how each respondent organizes its work, and more precisely for the summer period. The objectives of the third and fourth sections are to evaluate respondents' perception of the effect of climate change, to identify adaptation strategies they employ, and to examine whether witnessing the impacts of climate change on mountaineering has made them change their personal practices to reduce their

own contribution to climate change.

1. Type of guiding work (7 questions). Respondents were questioned on the way they organize their job such as the number of days of work per year, the activities practiced, the main period of work during the year, etc.
2. Summer work (5 questions). Specific questions on their summer activities were asked such as the kind of clientele, the activities practiced, the main mountain ranges and the kind of mountaineering routes frequented etc.
3. Perception of climate change and adaptation to its effects on mountaineering routes (22 questions). This is the main section of the survey, questioning the respondents on the effects of climate change on high mountain environments, the processes involved and their impacts on mountaineering (eg. risk taking, evolution of the routes, periods of good conditions etc.). Then, respondents were questioned on their need to adapt the way they work and to describe, in an open question, what adaptation measures they implement. Using a ten-point scales, they also had to evaluate their difficulty to adapt and the evolution of their economic activity because of climate change. In both cases they were also asked to explain their answers in an open question and to describe their feelings, sparked by climate change effects.
4. Actions to reduce their own contribution to climate change (9 questions). In this section, respondents were questioned on their motivation to reduce their own contribution to climate change and how they do so.
5. Socio-professional profile (6 questions)

In order to i) validate the questionnaire, ii) make sure it would answer the main issues addressed, and iii) be suitable for every Alpine guide, it went through two testing stages. First it was sent to a group of 15 Alpine guides who have very different ways of organizing their day to day work, before being finally validated by a group of experts made up of researchers and members of the SNGM directing committee.

The base-population of this study are guides who are members of the SNGM (N = 1332). They represent the great majority of active French Alpine guides (1332 out of 1515 in 2017). The questionnaire was self-administered, sent by e-mail as a Google form on November 27th 2017, with two reminders two weeks apart. In order to ensure the best response rate, it was sent in autumn as this is the least busy period for an Alpine guide. It is a period when Alpine guides are assessing their activity and are more disposed to answering questions about it.

Questionnaire answers were analyzed with Sphinx IQ2 (Ganassali, 2014, p. 234), a survey and statistical analysis software tool. A codification process was used to analyze the open questions. Most of the analyses came from flat sorting and cross-tabulated results. The significances of statistical relations between variables were evaluated running chi-square tests. A Factorial Correspondence Analyses (FCA; Benzecri, 1992; Dore et al., 1996) was also carried out to study in more detail the relationship between the four levels of difficulty to adapt and the 33 adaptation methods implemented. It is important to note that all the answers are the result of a self-evaluation and inevitably variable from one respondent to another.

2.2. Semi-structured interviews

During the same period, 26 semi-structured interviews were carried out with Alpine guides so as to complete the questionnaire survey with qualitative data. The interviews were structured along three main questions: (i) how do you organize your work as an Alpine guide, (ii) what are the impacts of climate change on high mountain environments and mountaineering and, (iii) how are you adapting accordingly? On average, the interviews were 1 h long and allowed us to discuss the results of the questionnaire. The interviewees were not representative of the base-population. They were chosen in order to represent a very diversified sample (seniority, place of residency, type of guiding

activity), representing the diversity of the base-population and the very variable behavioral adaptations to the effects of climate change.

All the semi-structured interviews were transcribed. We performed an individual thematic analysis, based on the same framework as the questionnaire as a closed categorization procedure (Ghiglione & Matalon, 1998, p. 104). Then, a comparative data analysis was done with the questionnaire results which allowed us to illustrate and identify the limits of the behavioral adaptations identified thanks to the questionnaire. Also, the results from the interviews are mainly used in the second section of the results, which put into perspective the questionnaire results, presenting the difficulties and limits in the implementation of adaptation strategies.

3. Results

3.1. Sample characteristics

230 Alpine guides responded to the questionnaire survey, out of the 1332 contacted. The sample representativeness of the base population has been assessed, running chi-square goodness of fit tests (Laurencelle, 2005), using data of the base-population provided by the SNGM, and considering the location (department of residency) and the seniority of Alpines guides. Those two variables are considered in this study as crucial to the perception and adaptation to climate change. To run the chi-square test, some departments of residency were grouped according to the principal mountain range when necessary. Therefore, all departments of the Pyrenees (5 departments, 4.10% of the respondents) and the Alpes du Sud (3 departments, 2.3%) were grouped together (Table 1). The departments that do not cover a mountain range were grouped in the “others” category (21 departments, 6.6%). For the two variables, chi-square values calculated for the sample are inferior to the theoretical chi-square value for the base population, which means that the sample distribution appears to be identical to the theoretical sample needed. Then, considering those two variables, the sample is representative of the base population.

In terms of seniority, most respondents are Alpine guides for 1–10 years (25.7%) and 21–30 years (25.7%). The majority of respondents live in the northern French Alps, and especially in Haute Savoie (40.5% of the respondents).

On average, respondents work as certified Alpine guides for 102 days per year, of which 48 days are in summer (May to October). The substantial interquartile ranges, 90 and 30 days respectively, illustrates the high level of heterogeneity in individuals’ professional situations. 64% are multi-active (i.e. they have a second professional activity). The main mountain activities practiced are mountaineering by 77% of respondents, rock climbing (36%) and glacier hiking (30%). The Mont Blanc massif is the most frequented one (73% of respondents consider it is one of the three massifs they mostly frequent), followed by the Écrins

massif (40%) and the Valais Alps (31%). In general, the overall difficulty of the mountaineering routes which are guided is “*Peu Difficile*” (slightly difficult – 62%) and “*Assez Difficile*” (quite difficult – 56%). On average, respondents work 17 days for a guides’ cooperative (Compagnie or Bureau), but the standard deviation is high (17,23) which also illustrates the large variety of possible individual professional situations (min. = 0 day, max. = 80 days).

3.2. Alpine guides facing climate change effects

All respondents observed an evolution in the high mountain environment due to climate change. This is mainly construed as being negative, arousing feelings such as anxiety (63%), sadness (52%) and nostalgia (32%). Only two relatively positive feelings were observed, each with a very low proportion: curiosity (13%) and optimism (4%). However, 86% of respondents still think mountaineering is as enjoyable as in the past.

A large majority of respondents (71%) consider that the effects of climate change have been significant for the sport of mountaineering since the 1990s, which corresponds to the accelerating pattern of warming and the resultant ice melting (IPCC, 2014) since the 1990s. Glacial shrinkage (Gardent et al., 2014) and more frequent rockfalls (Harris et al., 2009) are the two main processes identified (by 77% and 29% of the respondents respectively). As a result, 84% of respondents consider that high mountain environments become more dangerous for mountaineers in summer than in the past. However, it is important to note that 60% of respondents consider that they are not taking more risks due to the effects of climate change. This suggests that Alpine guides are taking into consideration the fact that high mountains are more dangerous than before and adapting the way they work in order to reduce the level of risk. Indeed, 99% of the respondent answered “yes” to the question “Do you have to adapt the way you work because of the effects of climate change?”. This first finding raises the following questions: What are these methods of adaptation? Are they difficult to implement? Are all Alpine guides adapting in the same way?

3.3. Adaptation methods and strategies

In order to identify the methods of adaptation, an open question was asked: “How are you adapting your everyday work to the effects of climate change?”. 33 methods of adaptation were identified and regrouped into 5 main strategies (Fig. 1).

The most mentioned strategy (43.7% of respondents) has been the change in seasonality of the work. This consists mainly in shifting summer mountaineering activities to spring, early summer and/or autumn, when routes are in good conditions. 17.5% of respondents are now only guiding snow routes early in the summer season when they are still in good condition.

A change in the main guiding activity has been the second-most mentioned strategy (34.5% of respondents). It mostly consists of prioritizing rock routes (18% of respondents), which are considered the least affected by climate change (Bourdeau, 2014; Mourey et al., 2019). It also consists of increasing the amount of winter mountaineering and diversifying summer activities (e.g. canyoning and *via ferrata*).

The third-most mentioned strategy (31% of respondents) has been to pay more attention and be more responsive to high mountain conditions. This mostly means spending more time assessing conditions in the high mountains, for example using weather forecasts and professional social networks. 14% of respondents are more careful in choosing routes which are in sufficiently good condition.

The fourth-most mentioned strategy (30.2% of respondents) has been to change the location of work. This mainly consists of avoiding routes that are in bad condition (9.7%). This has been made possible

Table 1
Seniority and department of residency of the sample (n = 230).

Variable	Subcategory (yr)	Respondents (%)	Base-population (%)
Seniority	<1 and aspirants	8.9	8.7
	1 to 10	25.7	25.2
	11 to 20	19.6	22.6
	21 to 30	25.7	23
	31 to 40	15.9	13.5
	>40	4.2	6.9
Department of residence	Haute Savoie	40.5	42.4
	Savoie	17.6	14.7
	Isère	9	9.4
	Hautes Alpes	20.3	15.2
	Pyénées	4.1	6.7
	Alpes du Sud	2.3	4.2
	Others	6.6	6.9

¹ For grades, see Hagenmuller, Marsigny, and Pallandre (2016).

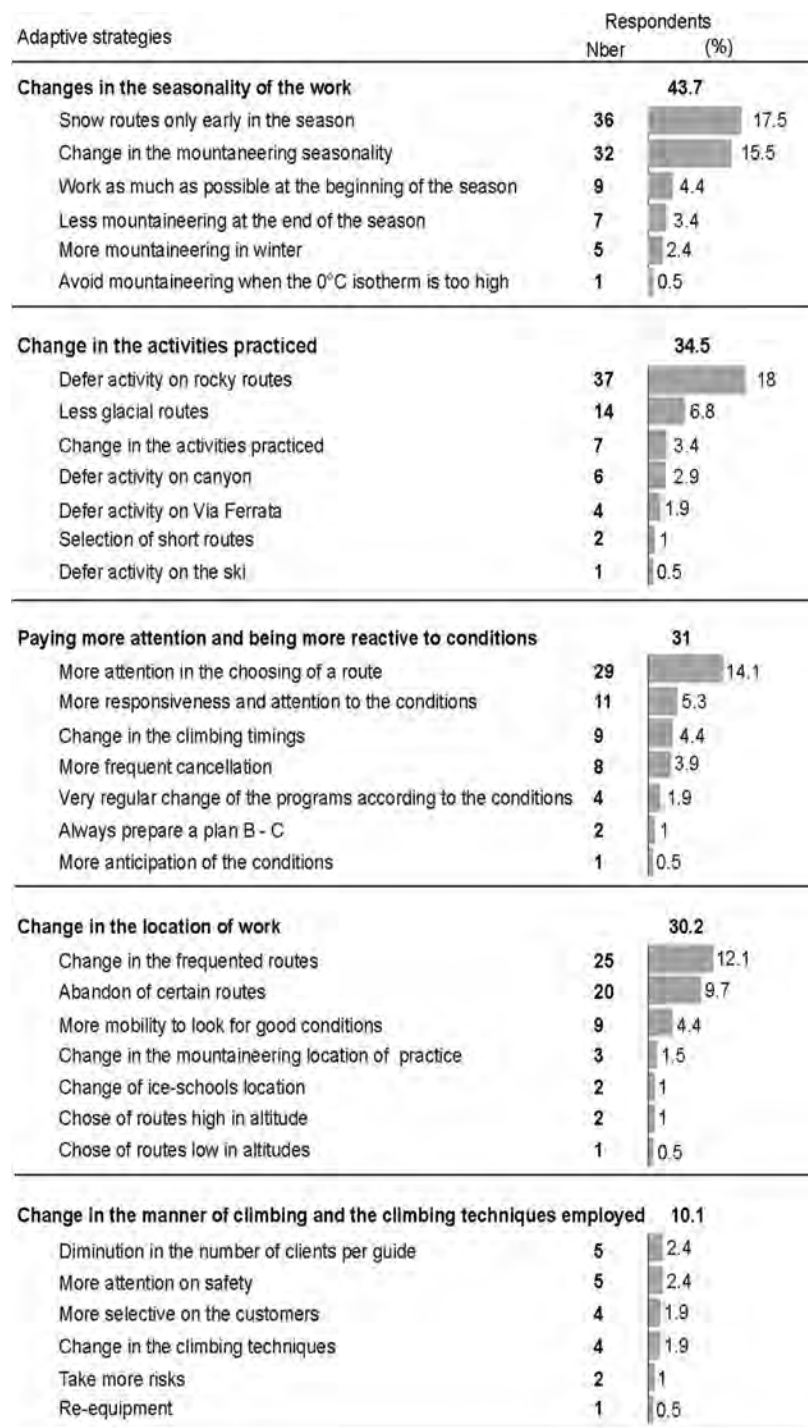


Fig. 1. Adaptation strategies implemented.

through increased mobility which has enabled guides to go where conditions are good for mountaineering. 54% of respondents consider they have to be more mobile between mountain ranges in order to find good mountaineering conditions. For example, when rock falls occur in the Gouter Couloir on the normal route up Mont Blanc (Mourey, Moret, Descamps, & Bozon, 2018), the Saint Gervais and Chamonix Guides' Companies (the two largest French guiding cooperatives with respectively 70 and 200 members) have taken the decision over recent years to

stop guiding this route until conditions improve. Instead they try to persuade their clients to climb another 4000 m summit such as Monte Rosa (4634 m a.s.l.) in Switzerland or the Grand Paradiso (4061 m a.s.l.) in Italy (pers. comm. P. Chapelland and Y. Delvaux, Alpine guide and Directors of Saint Gervais and Chamonix Guides' Companies).

Finally, the least mentioned strategy (10.1% of respondents) is for guides to change their way of climbing and the techniques employed. This mainly consists of reducing the number of clients per guide (2.4%),

especially when a route becomes more technically difficult. The equipping of some passages with ladders, new bolts and belay anchors etc. occasionally eases/restores the difficulty that may have increased because of the effects of climate change. It also improves safety, which in some cases, enables guides to stay with the same number of clients on their rope, with no need to reduce it.

3.4. Difficulty of adaption depending on the strategies implemented

52% of respondents consider that these adaptation strategies were “quite difficult” to implement, while 48% consider them to be “quite easy”. This second observation raises the following question: Which Alpine guides consider the adaptation easy to implement, which ones consider it difficult and why?

Our starting hypothesis was that the difficulty to adapt depends on the way an Alpine guide works eg. seasonality of the work, mono- or multi-activity, the proportion of work coming from a company/bureau (guiding cooperative), the department of residency, seniority, type of activity, main mountain range frequented, etc. However, no significant statistical relationships were found within those variables. In the end, we only found three variables that have a significant relation with the level of difficulty to adapt and help better characterize the alpine guide of each category (adaptation “quite easy” or “quite difficult”).

The first two significant relationships are based on risk-taking and the economic activity. 60% of Alpine guides consider they are taking more risks and 56% consider their economic activity is decreasing because of the effects of climate change. There is a very significant relation between those three questions (Fig. 2): Alpine guides who consider the adaptation as “quite difficult” (48%) also consider they take more risks ($X^2 = 10.37$; $p < 0.01$) while their economic activity is also affected ($X^2 = 51.15$; $p < 0.01$). On the other hand, the ones who consider their adaptation as “quite easy” (52%) do not consider they take more risks and do not consider that their economic activity has been affected. Therefore, two categories of Alpine guides can be identified: one seems to accumulate difficulties because of the effects of climate change while the other seems to deal with it with relative ease.

Then, the third significant relationship that allows to better characterize the guides considering their level of difficulty to adapt, is based on the adaptation methods implemented ($X^2 = 86.33$; $p = 0.05$; Fig. 3). Respondents who consider that their adaptation to climate change is “very easy” or “easy” are diversifying their guiding work with activities which take place outside the high mountain environment, such as *via ferratas* or canyoning. They do not try to maintain a large part of their income through traditional mountaineering. Respondents who consider that their adaptation is “difficult” or “very difficult” are the ones who continue to work in traditional mountaineering, without trying to diversify. Those who consider their adaptation as “difficult” are nonetheless trying to adapt their mountaineering methods, especially by

paying more attention and being more responsive to high mountain conditions and by changing the routes they frequently climb, while respondents considering their adaptation as “very difficult” endure the effects of climate change and do not really adapt their work. They thus take more risks and they change their trip plans very often. They work as much as possible at the beginning of the season – when conditions are still good for mountaineering – and must frequently cancel their mountaineering-orientated programs. Prioritizing rock climbs over snow/ice/mixed routes is one of the most implemented adaptation methods and respondents considering their adaptation as “very difficult” are the ones that are implementing it the least.

Our findings show that the type of guided activity and the way individual Alpine guides work stand as determinant factors in their level of difficulty to adapt.

3.5. Difficulties and limits in the implementation of adaptation strategies

While implementing the identified adaptation methods and strategies, Alpine guides face a number of difficulties and limitations. The following results are mainly drawn from the semi-structured interviews performed. Those difficulties can be grouped into two categories: i) organizational issues and ii) type of clientele.

The strategies employed highlight that the effects of climate change are forcing Alpine guides to become more flexible and mobile. Changing activities, locations, seasons, etc. requires more flexibility in time and space and it is therefore difficult to establish and sell set programs in advance as guides can no longer rely on long periods of good mountaineering conditions. This causes financial and logistical issues because travel and accommodation arrangements must be more flexible. This inevitably means a bigger workload for guides. They regularly have to reorganize because of changing conditions as summer progresses and they must try to make the most of any short and unpredictable periods of good conditions. It is important to note that the development of digital technologies has helped them to adapt, particularly the use of social media networks, specialized websites (La Chamoniarde, CamptoCamp, Skitour, etc.) and professional mailing lists which inform them about the daily of conditions in the mountains. For example, SNGM guides have set up an email service and several WhatsApp groups, particularly in the Chamonix and Tarentaise valleys (personal com. C. Jacquier, Alpine guide and SNGM president).

On the other hand, from the point of view of the Alpine guides interviewed, the clientele may not have the ability and/or may simply refuse the constraints that these adaptation strategies require. For many people, it is not easy to go mountaineering in spring or very early in the summer season, because these periods are outside the traditional summer holiday period which runs from July to August. Moreover, the clients may refuse to change their preferred activity and/or may not have the physical and technical abilities to do something else. For example,

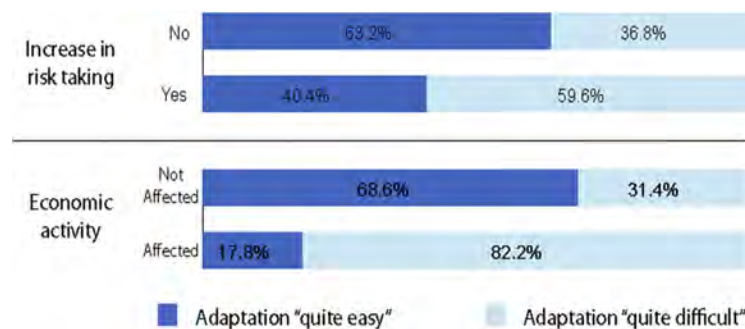


Fig. 2. Variations in the difficulty of adapting to climate change relative to a perceived increase in risk taking and a decrease in economic activity due to the effects of climate change. Each line presents Alpine guides' difficulty of adaptation, according to their answers to the questions “Do you take more risks because of climate change effects?” and “Is your economic activity decreasing because of climate change effects?”.

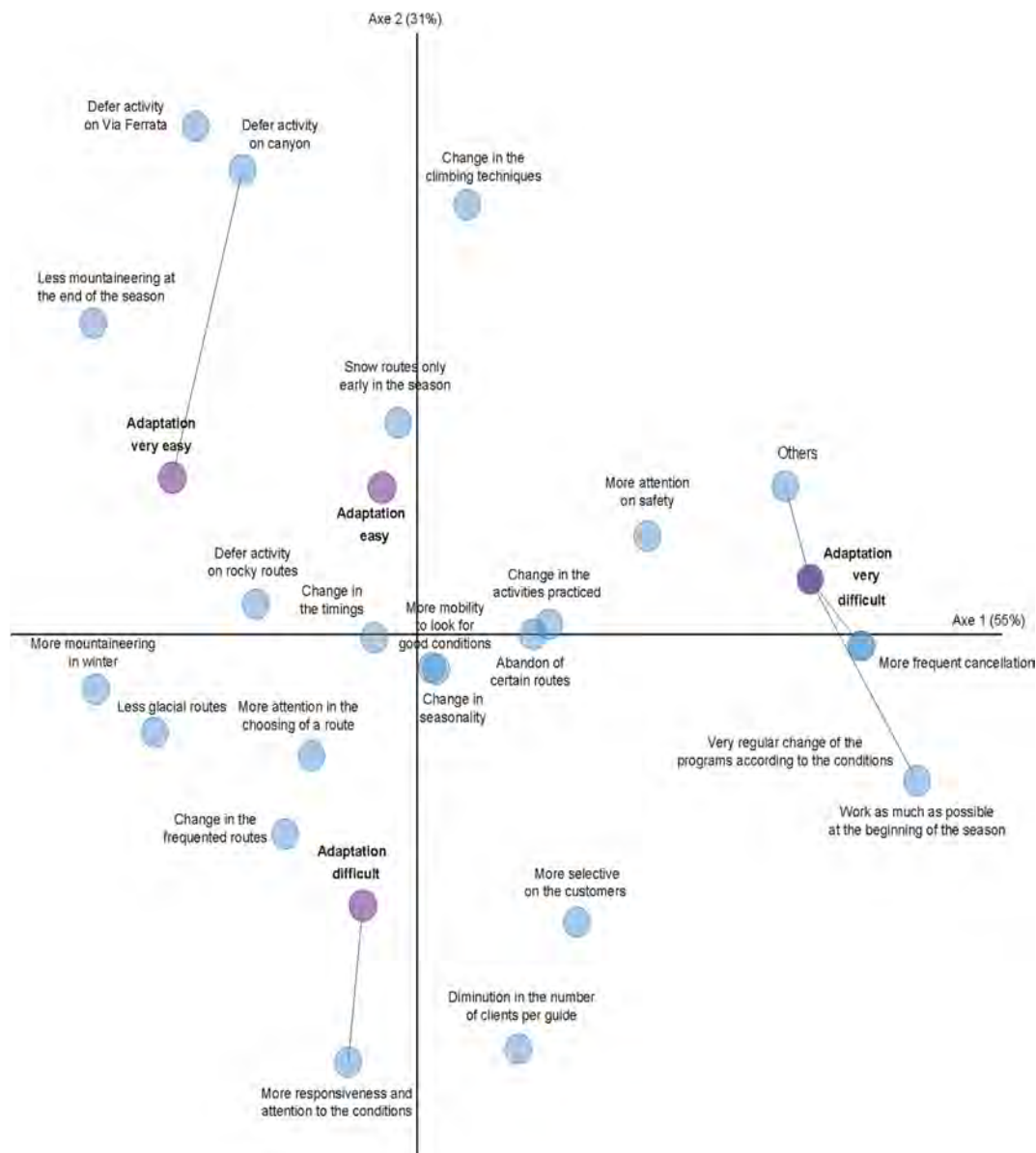


Fig. 3. Graphical representation (FCA-type) of the relationship between the variables: (i) the difficulty to adapt (purple circles) and (ii) the adaptation methods implemented (blue circles). (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the Web version of this article.)

prioritizing rock climbs – which is one of the most implemented adaptation modalities (18% of the respondents to the questionnaire survey) – requires higher technical and physical skills, especially when compared to glacier hiking and easy mountaineering routes. Therefore, this method cannot be implemented with every client. Many Alpine guides who work in mountaineering and make a significant portion of their income in summer were interviewed. It turns out that the type of clients a guide works with, plays an important role in being able to tackle these difficulties. A guide who works mostly with private clients has generally less difficulty in adapting. A relationship of trust has already been developed between guide and client and it is easier for the guide to change the program, to propose different routes and periods when conditions for mountaineering are good, or to propose another activity if the one for which the guide was first contacted cannot be carried out. For example, at the end of December 2016, there was not enough snow to ski in Chamonix and some guides managed to go rock-climbing in the

Pre-Alps massifs with the clients who had hired them for skiing. In most cases, this was made possible because they knew each other beforehand. However, an Alpine guide who works mostly with clients who book through a company or bureau, often finds it more difficult to adapt. This type of “daily” clientele is usually present for a short period of time, defined in advance (accommodation and transport booked in advance) and during the summer holidays (July–August), *i.e.* the period when conditions for mountaineering are most uncertain. In addition, this clientele often hires a guide to do glacier hiking or easy Alpine routes which are often in bad condition very early in the season, or the ascent of prestigious summits such as Mont Blanc. But they are not necessarily interested in doing something else if the coveted summit is not in good condition.

In both cases, increasingly unpredictable conditions for summer mountaineering and a higher level of technical difficulty and danger, mean that Alpine guides must negotiate with their clients. They have to

work on their communication skills in order to persuade their clients to climb different routes, or change activity and dates, but there is nevertheless a risk of losing clients and working less. As a result, according to the questionnaire survey, 98% of respondents are trying to educate their clients about climate change. 60% consider that their clients are aware that high mountain environments are evolving because of climate change while 82% think that their clients are ready to adapt to these changes.

3.6. Is climate change redefining the job of the Alpine guide?

It is interesting to note that, according to the questionnaire survey, there is a significant relationship between Alpine guides who no longer consider that the high mountain environment corresponds to their personal mental image (47% of respondents) and their difficulty to adapt ($X^2 = 16.6$; $p = 0.01$). This illustrates that high mountain environments can be idealized, and the effects of climate change are creating a discrepancy with regards to a traditional and nostalgic view of mountaineering which has become difficult to implement. Indeed, climate change and the adaptation responses that Alpine guides have implemented to maintain their professional activity has contributed to redefine the job. It has become more diversified and is increasingly practised outside the high mountain environment. "I am no longer into adaptation, I am into reorganization. That's it, I have passed the turning point" (F. Meyer, Alpine guide since 2002). In the questionnaire survey, when respondents were asked if they think that, in the future, the effects of climate change will force guides to reorganize and reconsider the way they work as Alpine guides, the majority (60%) consider this would be very much the case (8–10 on a scale of 10).

Finally, according to our questionnaire survey, 69% of respondents consider their potential influence to limit climate change in the Alps as "very low" but 64% are trying to reduce their own contribution to climate change, which also contributes to the ongoing redefinition of their job. It shows that most of them have an awareness of climate change issues, even though they generally choose to prioritize the implementation of adaptation strategies in order to maintain their professional and economic activity. Actions taken to reduce personal carbon output include: i) organizing carpooling with clients and colleagues (for 45% of respondents), ii) reducing travel (25%), iii) using public transport (13%), iv) not going far abroad or at least reducing the number of expeditions away from France (9%) and v) refusing to guide on heliskiing excursions (5%). As an illustration of how some Alpine guides are motivated to combat climate change, a new type of guide bureau has been created. The "Immersion Alpine Bureau des Guides" – mainly composed of young guides – promotes a different way of working as an Alpine guide, in particular by limiting their contribution to climate change and by having a role as sentinels and raising awareness of the effects of climate change on high mountain areas. This bureau will also try to change the way high mountains and mountaineering are marketed by selling a "mountaineering experience rather than a specific summit or route" (Y. Borgnet, aspirant Alpine guide).

4. Discussion

4.1. French Alpine guides as tourism stakeholders who are very aware of climate change

Many studies have examined the impacts of climate change on mountain outdoor recreation and tourism (e.g. Hewer & Gough, 2017). According to Bourdeau (2009), mountain tourism is under stress because of climate and geo-cultural changes.

Our work confirms studies which have focused on high altitude and latitude activities such as those conducted by Behm et al. (2006), Bourdeau (2014), Temme (2015), Purdie et al. (2015) or Pröbstl-Haider, Dabrowska, and Haider (2016), which conclude that climate change has negative effects. It leads to increased danger due to more intense and

frequent climate-related processes and a shortening of the summer season. Optimal periods for mountaineering are less predictable and shift towards spring and autumn.

However, unlike other mountain tourism stakeholders (outdoor activities center manager, hut keepers, hotel manager, etc.) (Saarinen & Tervo, 2006), high mountain guides are very aware and mindful of the effects of climate change. For example, when Alpine guides already started to consider and adapt to climate change in the 1990s, small tourism entrepreneurs in New Zealand considered climate change a medium to long term issue (5 + years) (Hall, 2006) and considered other more immediate business concerns as being more important to business survival. The main characteristics of Alpine guides adaptation strategies (temporal and spatial substitution) were also identified in Ontario, especially with regards to expert skiers (Rutty et al., 2015). The level of commitment to an activity seems to be a key factor in the implementation of adaptive strategies, because participants wish to continue doing their chosen activity as often as before. Moreover, our results confirm some of Behm's results (2006) which demonstrated that 93% of Alpine guides, mountain leaders and ski instructors have had to adapt to the effects of climate change. The main adaptation methods identified by Behm's are very similar to those we identify in this study: the abandonment of certain routes (75% of respondents), the modification of activities (56%) and increased mobility between mountain ranges (percentage unknown). However, Behm concluded in 2006 that at that time the consequences of climate change were not considered important by respondents. Conversely, our results show that the effects of climate change are contributing to the redefinition of the Alpine guide profession. Different hypotheses may explain this difference: (i) in our study, we focused only on French Alpine guides whereas (Behm et al. (2006)) studied Alpine guides, mountain leaders and ski instructors in the same time, (ii) the two studies are separated by a period of 12 years, during which the effects of climate change have intensified (Beniston et al., 2018), (iii) it is possible that the evolution of mountaineering routes due to climate change follows different patterns in the Eastern Alps, and (iv) the socio-economic context and the tourism industry are very different in the Eastern and the Western Alps.

4.2. The social, economic and cultural context affecting the adaptability of Alpine guides

Alongside climatic issues, risk-taking and its social acceptance are factors which influences the way in which Alpine guides conduct their work and their ability to adapt to climate change. Giddens (1990, 27) explains that modern society is characterized by a trust in the "expert system [...] that organizes large areas of the material and social environments". As a consequence, although risk is permanent in these systems, it is seen as being made up of calculated and controllable factors to which an individual becomes desensitized creating an impression of permanent safety. However, mountaineering is an activity which exposes participants to numerous objective and subjective dangers (Opaschowski, 2000, p. 29). These dangers are hard to predict and measure – especially because of the effects of climate change – and, consequently, there is a continual high level of risk taking. This idea of risk taking and the fear of a potentially fatal accident, which has been largely encouraged by the media, is perceived as a negative factor and discourages people from going mountaineering. Therefore, in a societal context pushing to limit risk taking, it is harder for Alpine guides to maintain their activity on mountaineering, and especially as climate change effects make the practice more dangerous. However, we can also ask whether the increased danger of high mountain environments due to climate change might have a positive impact on Alpine guiding by legitimizing the role and expertise of the guide?

The ability of Alpine guides to adapt is also determined by the duration of the holiday period, the type of activities that tourists want to do and the average household budget. Until the 1990s, it was not uncommon for a guide to be hired several times by the same person during

an average stay of 17,2 days (INSEE data, 1979), while these days' tourists want to do several fun activities (mountain biking, white water sports, bathing, treetop adventure ropeways, etc.) during an average stay of 11 days (INSEE data, 2004). Alpine guides are also partly responsible for the diversification of activities proposed in Alpine resorts through the development of new products and new activities such as canyoning, *via ferrata*, treetop ropeways etc., which are less dangerous than mountaineering. Moreover, household budget for leisure and cultural activities is decreasing. In France, in 2005, it represented 7.4% of the household budget, whereas in 2015 this had reduced to 6.3% (INSEE data, 2017). Therefore, in a context where the duration and the budget dedicated for the holidays are decreasing and the expectations of customers are changing and turning to the consumption of varied and fun activities, the time available and the motivations for the practice of mountaineering – which generally requires two days and is relatively expensive – tend to decrease and make Alpine guides adaptation more difficult.

Furthermore, while reducing the number of clients per guide can be linked to safety and technical concerns as a climate related adaptation method, it can also be linked to economic interests. This can be especially true for guiding companies and bureaus (cooperatives) that have a lot of demand for prestigious summits such as Mont Blanc. Reducing the number of clients per guide potentially multiplies the number of days of work, which ensures work for a greater number of guides and over a longer period of time. It also enables prices to be increased.

Finally, mountaineering is the traditional activity of Alpine guides and remains their most common form of work. However, for social and economic reasons (Martinez, 2015), combined with the effects of climate change, guides are diversifying their offer and proposing activities that are done outside the high mountain environment. However, individual motivations and dispositions acquired during socialization process (Lahire, 2003) which influences the conception of guide's profession are important factors in explaining why some Alpine guides find it more difficult to adapt than others. According to F. Pallandre (Alpine guide since 1990 and instructor at ENSA, the National School of Skiing and Mountaineering): "The adaptability level is variable from one guide to another, depending on their skills and motivations". Thus, guides who have a "technicist" conception of mountaineering (Hoibian, 2001, p. 342) do not accept to diversify their professional activity towards practices, such as canyoning, in which clients look for sensations but do not wish to learn the practice's techniques. This shows that the professional field of mountain professions, such as Alpine guide, are characterised by tensions and competitions for the legitimate definition of the activity and the exercise of the profession (Hoibian, 2015).

5. Conclusions and perspectives

The evolution of high mountain environments due to climate change has had an impact on the way in which Alpine guides work, and so guides have had to adapt and change the way they operate. This study identified 33 adaptation methods, which can be grouped into 5 main strategic categories. Half of the respondents consider these changes as being difficult to implement. However, the difficulty depends on the activities Alpine guides choose to offer to their clients. In summer, those who mainly offer traditional mountaineering excursions are less adaptable than those who are willing to diversify and offer activities outside the high mountain environment. Then, adapting to climate change can be considered as an innovation (Bourdeau, 2014) and some Alpine guides are developing a "climatic intelligence" (Bourdeau, 2014) by developing new products and new ways of working. Thus, Alpine guides have the possibility to adapt through diversification but this implies a redefinition of their work that they are not always comfortable with. Furthermore, their ability to adapt is limited by organizational issues, the type and the characteristics of the clientele and socio-cultural and economic factors, including some which are also driving guides away from traditional mountaineering routes during the summer

season.

In the future, other aspects of the impact of climate change on Alpine guiding could be studied, and in particular the number of accidents. This could be considered an indication of the effectiveness of the guides' adaptation strategies. Will accidents become more frequent and severe because of the effects of climate change? Comparative analysis can also be made by studying Alpine guides in other areas in the European Alps or in other mountain ranges in the world. Do they adapt in the same ways? Do they face the same difficulties? These are some of the questions, in the time when mountaineering may be facing the greatest challenge in its almost 250-year history.

Author contributions section

Jacques Mourey: Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, Writing original draft, Clémence Perrin-Malterre: Resources, Formal Analysis, Validation, Writing and reviewing, Ludovic Ravanel: Funding acquisition, Validation, Writing and reviewing, Supervision.

Acknowledgements

The authors wish to thank the SNGM for supporting this study and making their data available, and M. Sall for his help on the methodological approach. This study was funded by the EU ALCOTRA AdaPT Mont Blanc project.

References

- Behm, M., Raffener, G., & Schöner, W. (2006). *Auswirkungen der Klima-und Gletscheränderung auf den Alpinismus* (Vol. 99). Vienna, Umweltverband.
- Beniston, M., Farinotti, D., Stoffel, M., Andreassen, L. M., Coppola, E., Eckert, N., et al. (2018). The European mountain cryosphere: A review of its current state, trends, and future challenges. *The Cryosphere*, 12, 759–794.
- Benzecri, J. P. (1992). *Correspondence analysis handbook. Series: Statistics, textbooks and monographs* (Vol. 125). New York: Marcel Dekker.
- Bourdeau, P. (1991). Guides de haute montagne. Territoire et identité. Recherche sur la territorialité d'un groupe professionnel. *Journal of Alpine Research*, 288. Special issue.
- Bourdeau, P. (2009). Mountain tourism in a climate of change. Global change and sustainable development in mountain regions, COST strategic workshop. *Alpine Space – Man and Environment*, 7, 160.
- Bourdeau, P. (2014). Effets du changement climatique sur l'alpinisme et nouvelles interactions avec la gestion des espaces protégés en haute montagne. Le cas du parc national des Écrins. Rapport de recherche. *Association Observation des Dynamiques et du Développement Territorial*, 38.
- Caille, F. (2002). Le guide comme professionnel de l'alpinisme : Perceptions et enjeux du traitement judiciaire de la responsabilité dans le domaine des sports de montagne. In *Deux siècle d'alpinismes européens : Origines et mutations des activités de grimpe* (pp. 369–384). L'Harmattan.
- Dore, J.-C., Ojasoo, T., Okubo, Y., Durand, T., Dudognon, G., & Miquel, J. F. (1996). Correspondence factor analysis of the publication patterns of 48 countries over the period 1981–1992. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(3), 588–602.
- Ferclay, R., & Radiguet de la Bastia, C. (2015). Thèse de Doctorat de Médecine. *Accidents des guides de haute montagne français de 2003 à 2013 : Étude rétrospective de 286 cas et de leurs conséquences* (Vol. 100). Université Joseph Fourier.
- French Hugh, M. (2013). *Periglacial environment* (3rd ed., p. 480). John Wiley and Sons.
- Ganassali, S. (2014). *Enquêtes et analyse de données avec Sphinx*. LM Pearson.
- Gardent, M., Rabatel, A., Dedieu, J. P., & Deline, P. (2014). Multitemporal glacier inventory of the French Alps from the late 1960s to the late 2000s. *Global and Planetary Change*, 120, 24–37.
- Ghiglione, R., & Matalon, B. (1998). *Les enquêtes sociologiques. Théories et pratique*. Paris, A. Colin.
- Giddens, A. (1990). *The consequences of modernity*. Cambridge: Polity Press.
- Haeblerli, W., & Gruber, S. (2009). Global warming and mountain permafrost. In R. Margesin (Ed.), *Permafrost soils* (Vol. 16, pp. 205–218). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hagenmuller, J. F., Marsigny, F., & Pallandre, F. (2016). *L'alpinisme - des premiers pas aux grandes ascensions* (p. 144). Grenoble: Glénat.
- Hall, C. M. (2006). New Zealand tourism entrepreneur attitudes and behaviors with respects to climate change adaptation and mitigation. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 1(3), 214–228.
- Harris, C., Arenson, L. U., Christiansen, H. H., Etzelmüller, B., Frauenfelder, R., Gruber, S., et al. (2009). Permafrost and climate in Europe: Monitoring and modelling thermal, geomorphological and geotechnical responses. *Earth-Science Reviews*, 92, 117–171.

- Harris, C., Davies, M. C., & Etzelmüller, B. (2001). The assessment of potential geotechnical hazards associated with mountain permafrost in a warming global climate. *Permafrost and Periglacial Processes*, 12, 145–156.
- Hewer, M., & Gough, W. (2017). Thirty years of assessing the impacts of climate change on outdoor recreation and tourism in Canada. *Tourism Management Perspectives*. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2017.07.003>.
- Hoibian, O. (2001). *Les alpinistes en France 1870-1950. Une histoire culturelle*. Paris: L'Harmattan.
- Hoibian, O. (2015). La montagne redéfinie. L'exercice professionnel aux prises avec les évolutions de la demande. In M. Attali, dir (Ed.), *L'ENSA à la conquête des sommets. La montagne sur les voies de l'excellence* (pp. 345–362). Grenoble, PUG.
- Huss, M. (2012). Extrapolating glacier mass balance to the mountain range scale: The European Alps 1900–2100. *The Cryosphere*, 6, 1117–1156.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. (p. 151). Geneva, Switzerland: Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. IPCC.
- Koenig, U., & Abegg, B. (2010). Impacts of climate change on winter tourism in the Swiss Alps. *Journal of Sustainable Tourism*, 5, 46–58.
- Lahire, B. (2003). From the habitus to an individual heritage of dispositions. Towards a sociology at the level of the individual. *Poetics*, 31(5–6), 329–355.
- Laurencelle, L. (2005). Testing the representativeness of a sample. *Lettres statistiques*, 12, 131–146.
- Luhman, N. (1991). *Soziologie des Risikos* (p. 256). Berlin, Germany: De Gruyter.
- Martinez, M. (2015). La formation des guides de haute montagne depuis 1948. A la croisée des évolutions sociétales, du savoir-faire de l'ENSA et de la profession de guide. In M. Attali, dir (Ed.), *L'ENSA à la conquête des sommets. La montagne sur les voies de l'excellence*. Grenoble (pp. 149–169). PUG.
- Martinoia, R. (2012). Coproduction de service : La prestation dyadique des guides de haute montagne. *Annales des Mines – Gérer et comprendre*, 2, 66–76.
- Martinoia, R. (2015). Du « serviteur » au « seigneur ». Une relecture historique de la domination dans la relation guide-client, au prisme de l'institutionnalisation du métier. In M. Attali, dir (Ed.), *L'ENSA à la conquête des sommets, la montagne sur les voies de l'excellence* (pp. 125–146). Grenoble, PUG.
- Mennesson, C., & Galissaire, R. (2004). Les femmes guides de haute montagne : Modes de socialisation et identités sexuées. *Recherches Feministes*, 17(1), 111–141.
- Mourey, J., Marcuzzi, M., Ravanel, L., & Pallandre, F. (2019). Effects of climate change on high Alpine environments: Evolution of mountaineering routes in the Mont Blanc massif (western Alps) over half a century. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 1938–4246. <https://doi.org/10.1080/15230430.2019.1612216>.
- Mourey, J., Moret, O., Descamps, P., & Bozon, S. (2018). *Accidentology on the normal route up to Mont Blanc from 1990 to 2017* (Vol 20). Fondation Petzl.
- 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.
- Opaschowski, H. W. (2000). *Xtrem : Der kalkulierte Wahnsinn, Extremsport als Zeitphänomen*. Hamburg: German press.
- Pröbstl, U., Haider, W., Hägeli, P., & Rupf, R. (2011). Klimawandel und Bergtourismus-Wahrnehmung und Bewertung von Naturgefahren als Folge von Gletscherschwund und Permafrostdegradation. (Hrsg.), *Wandel als Chance für den alpinen Tourismus*. Schweizer Jahrbuch für Tourismus 2011. St. Galler Schriften für Tourismus und Verkehr, 3, 83–89.
- Pröbstl-Haider, U., Dabrowska, K., & Haider, W. (2016). Risk perception and preferences of mountain tourists in light of glacial retreat and permafrost degradation in the Austrian Alps. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 13, 66–78.
- Pröbstl-Haider, U., Haider, W., Wirth, V., & Beardmore, B. (2015). Will climate change increase attractiveness of summer destinations in the European Alps? A survey of German tourists. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 11, 44–57.
- Purdie, H., Gomez, C., & Espiner, S. (2015). Glacier recession and the changing rockfall hazard: Implications for glacier tourism. *New Zealand Geographer*, 71–3, 189–202.
- Purdie, H., & Kerr, T. (2018). Aoraki Mont Cook : Environmental change on an iconic mountaineering route. *Mountain Research and Development*, 38(4), 364–379. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-18-00042.1>.
- 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.
- Ravanel, L., Deline, P., Lambiel, C., & Vincent, C. (2013). Instability of a high Alpine rock ridge: The lower Arête des Cosmiques, Mont Blanc Massif, France. *Geografiska Annaler A*, 95, 51–66.
- Ravanel, L., Magnin, F., & Deline, P. (2017). Impacts of the 2003 and 2015 summer heat waves on permafrost-affected rockwalls in the Mont Blanc massif. *The Science of the Total Environment*, 609, 132–143.
- Ritter, F., Fiebig, M., & Muhar, A. (2011). Impacts of global warming on mountaineering: A classification of phenomena affecting the alpine trail network. *Mountain Research and Development*, 32, 4–15.
- Rixen, C., Teich, M., Lardelli, C., Gallati, D., Pohl, M., Pütz, M., et al. (2011). Winter tourism and climate change in the Alps: An assessment of resource consumption, snow reliability, and future snowmaking potential. *Mountain Research and Development*, 31(3), 229–236.
- Rutty, M., Scott, D., Johnson, P., Jover, E., Pons, M., & Steiger, R. (2015). Behavioural adaptation of skiers to climatic variability and change in Ontario, Canada. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 11, 13–21.
- Saarienen, J., & Tervo, K. (2006). Perceptions and adaptation strategies of the tourism industry to climate change: The case of Finnish nature-based tourism entrepreneurs. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 1(3), 214–228.
- Scott, D. (2011). Why sustainable tourism must address climate change. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(1), 17–34.
- Scott, D., & McBoyle, G. (2007). Climate change adaptation in the ski industry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(8), 1411–1431.
- Serquet, G., & Rebetz, M. (2011). Relationship between demand in the Swiss Alps and hot summer air temperatures associated with climate change. *Climatic Change*, 108, 291–300.
- Temme, A. J. A. M. (2015). Using climber's guidebooks to assess rock fall patterns over large spatial and decadal temporal scales: An example from the Swiss Alps. *Geografiska Annaler A*, 97–4, 793–807.
- Vincent, C., Fischer, A., Mayer, C., Bauder, A., Galos, S. P., Funk, M., et al. (2017). Common climatic signal from glaciers in the European Alps over the last 50 years: Common climatic signal in the Alps. *Geophysical Research Letters*, 44, 1376–1383.
- Wozniak, S. (2011). Thèse de doctorat. *Contribution à la caractérisation de l'anglais de l'alpinisme, par l'étude du domaine spécialisé des guides de haute montagne états-uniens* (Vol 2). Bordeaux.

6.3. Article 5 – Fiche synoptique

Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique

Quelles perceptions et stratégies d'adaptation au pied du mont Blanc ?

Alpine guides facing climate change effects

Which perceptions and adaptation strategies around the Mont Blanc?

Salim E.¹, Mourey J.¹, Ravanel L.¹. 2019, *Revue de géographie alpine/Journal of Alpine Research*.

¹ Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, EDYTEM, 73000 Chambéry, France

Objectifs de l'article

- Identifier les stratégies d'adaptation mises en place par les guides de haute montagne dans la vallée de Chamonix et dans la vallée d'Aoste et évaluer leurs difficultés à s'adapter.
- Mener une étude comparative entre deux populations de guides, de part et d'autre d'un massif-frontière.

Problématique

- Comment les guides de haute montagne sont-ils affectés et s'adaptent-ils aux impacts du changement climatique ? Les guides valdotains et chamoniards ont-ils la même perception des impacts du changement climatique et s'adaptent-ils de la même manière ?

Méthodologie

- Enquêtes par questionnaires auprès des guides du SNGM et de la vallée d'Aoste.
- Entretiens semi-directifs avec des guides chamoniards et valdotains.

Principaux résultats

- En réaction aux impacts du changement climatique, les guides adaptent leurs manières de travailler en été par la diversification de leurs activités, une mobilité et une réactivité accrue – vis-à-vis des conditions et de la clientèle.
- Pour un même espace de pratique (le massif du Mont Blanc), les guides de la vallée de Chamonix et de la vallée d'Aoste ont une perception et des stratégies d'adaptation différentes aux impacts du changement climatique.
 - Les guides valdotains considèrent que seul le mois d'août présente des conditions plus mauvaises pour la pratique alors que les chamoniards considèrent que l'ensemble de la saison

propice à l'alpinisme estival se décale vers le printemps et l'automne.

- Dans la vallée de Chamonix, la diversification des activités vers le multisport-outdoor est plus rependue que dans la vallée d'Aoste où les guides maintiennent la majorité de leur activité sur l'alpinisme, en modifiant les itinéraires fréquentés, au grès de l'évolution des conditions.

- Les guides de la vallée d'Aoste considèrent l'adaptation comme plus facile que les guides chamoniards. Cette divergence est notamment contrôlée par la relation guide-client et des types de clientèle différents. La clientèle des guides valdotains est perçue comme plus flexible et habituée à la pratique de l'alpinisme contrairement aux guides chamoniards dont la clientèle « d'un jour » est plus tournée vers le multisport-outdoor.

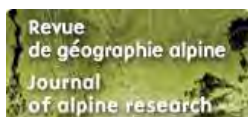
Rôle des auteurs

- E. Salim : conduite de l'enquête auprès des guides valdotains, rédaction de l'article.
- J. Mourey : construction du questionnaire utilisé pour les guides valdotains comme lors de l'enquête auprès des guides du SNGM, aide à la rédaction de l'article.
- L. Ravanel (co-encadrant de thèse) : Directeur du Master d'E. Salim, aide à la prise de contacts avec les acteurs de la vallée de Chamonix et du Val d'Aoste, contribution à la rédaction de l'article.

Abstract

The evolution of the high Alpine mountain environment, especially the cryosphere that faces climate change, deeply modifies the human activities that take place there. The mountaineering routes are directly impacted and they sometimes become inaccessible. In order to recover a good balance, adaptation is necessary. Mountain guides are among the most dependent professionals on the field on which they practice. As a result, they are probably some of the most impacted professionals but, at the same time, they are also those who can create a lot of adaptation strategies. The aim of this paper is therefore to identify how mountain guides from Chamonix and Courmayeur are impacted and the different adaptation strategies they developed to face climate change. By this cross-border study, using quantitative and qualitative methods, this paper is also showing that the adaptation strategies are controlled by the territory dynamics.

Key words: Alpin guide, high mountain, adaptation, climate change, perception.



Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine Varia 2019

Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique. Quelles perceptions et stratégies d'adaptation au pied du Mont Blanc ?

Emmanuel Salim, Jacques Mourey, Ludovic Ravanel, Pietro Picco et
Christophe Gauchon



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rga/5842>

ISSN : 1760-7426

Éditeur

Association pour la diffusion de la recherche alpine

Référence électronique

Emmanuel Salim, Jacques Mourey, Ludovic Ravanel, Pietro Picco et Christophe Gauchon, « Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique. Quelles perceptions et stratégies d'adaptation au pied du Mont Blanc ? », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], Varia 2019, mis en ligne le 26 août 2019, consulté le 28 août 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rga/5842>

Ce document a été généré automatiquement le 28 août 2019.



La Revue de Géographie Alpine est mise à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique. Quelles perceptions et stratégies d'adaptation au pied du Mont Blanc ?

Emmanuel Salim, Jacques Mourey, Ludovic Ravanel, Pietro Picco et Christophe Gauchon

Remerciements

Les auteurs remercient A. Barberis pour son concours à l'occasion de la traduction en italien du formulaire d'enquête. Ils remercient également E. Motta et J.-P. Fosson (Fondation Montagne sûre) pour leur relecture attentive du manuscrit.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet EU ALCOTRA AdaPT Mont Blanc (Adaptation de la planification territoriale aux changements climatiques dans l'espace Mont Blanc) financé par le programme Interreg V-A Italie-France 2014-2020.

Introduction

- 1 Les conséquences du changement climatique en cours sont de mieux en mieux connues (F. Stocker *et al.*, 2013). La manière dont il modifie les caractéristiques glaciologiques et géomorphologiques de la haute montagne fait l'objet de nombreuses recherches (Beniston *et al.*, 2018 ; Einhorn *et al.*, 2015 ; Haeberli *et al.*, 2010). Si son impact sur la pratique du ski alpin est bien documenté (Joly et Ungureanu, 2018 ; Paccard, 2009) ses conséquences sur les pratiques estivales ont jusqu'alors fait l'objet d'une investigation plus limitée. D'après les premières études réalisées, la haute montagne alpine semble globalement plus dangereuse pour la pratique de l'alpinisme (Pröbstl-Haider *et al.*, 2016 ; Temme, 2015 ; Ritter *et al.*, 2012)

- 2 La question de l'adaptation aux conséquences du réchauffement est aujourd'hui un point capital dans les discussions politiques (Garcia, 2015) et constitue l'une des deux stratégies de réponse au changement climatique prônées GIEC (Simonet, 2015).
- 3 Au pied du mont Blanc, point culminant des Alpes (4809 m), la présence historique et massive des guides à Chamonix et à Courmayeur offre la possibilité de questionner une profession évoluant au cœur de la haute montagne. L'objectif de cet article est d'interroger la relation entre la profession de guide de haute montagne, ses espaces de pratique (Mao, 2003) et le changement climatique afin de révéler les stratégies d'adaptation que ces professionnels développent.
- 4 La haute montagne est l'un des espaces les plus impactés par le réchauffement des températures (Haeberli *et al.*, 2010). Dans les Alpes françaises l'augmentation de la température moyenne annuelle est de +1,8°C à +2,1°C depuis 1950 (Einhorn *et al.*, 2015) tandis qu'elle n'est que de 0,85°C au niveau mondial entre 1880 et 2012 (Stocker *et al.*, 2013).
- 5 Depuis la fin du Petit Âge Glaciaire (~1855), l'ensemble des glaciers alpins est en régression (Zemp *et al.*, 2015) ; leur superficie a ainsi été divisée par 2 entre 1900 et 2012 (Huss, 2012), et la tendance devrait mener à leur quasi disparition d'ici 2100 (Zekollari *et al.*, 2019)
- 6 En haute montagne, le permafrost, c'est-à-dire les terrains gelés en permanence pendant au moins deux années consécutives, se réchauffe rapidement. Les modèles thermiques pour plusieurs sommets du massif du Mont Blanc dont l'aiguille du Midi (3842 m) montrent une dégradation notable entre 1850 et 2015 (Magnin *et al.*, 2017).
- 7 Ce réchauffement du permafrost entraîne une augmentation de la fréquence des instabilités de versant et en particulier des écroulements rocheux ($V > 100 \text{ m}^3$), avec des pics observés lors des étés caniculaires dans les versants nord et sud du Massif du Mont Blanc (Chiarle *et al.*, 2017 ; Ravelle *et al.*, 2017).

Des évolutions du milieu aux mutations du métier de guide de haute montagne, une question d'adaptation

- 8 La construction de la profession de guide de haute montagne est le fruit de nombreuses adaptations successives (Bourdeau, 1991) qui mènent aujourd'hui à la question de l'adaptation aux changements environnementaux d'origine climatique. Cette dernière peut se définir comme l'ajustement d'un individu ou d'un groupe en réponse aux stimulus climatiques et à leurs effets (Swart et Raes, 2007). L'adaptation est alors une réponse à un problème (Godard, 2010) dont l'objectif est de réduire la vulnérabilité de l'individu soumis à des bouleversements profonds et rapides (Simonet, 2015). Dans le champ du tourisme, la question de l'adaptation au changement climatique s'est rapidement développée depuis les années 2000 (Kaján et Saarinen, 2013). Pour les auteurs, la capacité d'adaptation d'un individu consiste à son efficience à mettre en œuvre des mécanismes et stratégies lui permettant de survivre face à une menace (Adger, 2000 ; Pielke, 1998). Bien que d'une manière générale dans le secteur du tourisme et des loisirs, la capacité d'adaptation soit considérée comme forte (Scott *et al.*, 2009), elle reste spécifique à un contexte et varie d'un groupe ou d'un individu à un autre (Smit et Wandel, 2006).

- 9 Cette question de l'adaptation au changement climatique appliquée aux guides de haute montagne est peu présente dans la littérature. Le rapport de Bourdeau (2014) explore l'évolution des guides de haute montagne du massif des Écrins et montre la mise en place d'une « intelligence climatique » visant à maintenir l'activité professionnelle. Hors des Alpes, des études portent sur l'impact du retrait glaciaire sur les guides de Norvège soumis à une difficulté d'accès aux glaciers accrue (Furunes et Mykletun, 2012). En Nouvelle-Zélande, les guides proposant des randonnées glaciaires font face à une augmentation de la difficulté d'accès aux glaciers ainsi qu'à une augmentation de la dangerosité liée aux chutes de pierres (Purdie, 2013 ; Purdie *et al.*, 2015). Il en résulte notamment que les guides ont réduit de moitié la période pendant laquelle ils font l'ascension du Mont Cook (3724 m) (Purdie et Kerr, 2018). La question de l'accès aux glaciers est également posée autour du camp de base de l'Everest (Watson and King, 2018) et représente aussi un enjeu particulier pour l'accès aux refuges de haute montagne du massif du Mont Blanc (Mourey and Ravanel, 2017).
- 10 Par leur pratique de la montagne, les guides de haute montagne ont « inventé les itinéraires » (de Bellefon, 1999), ceux-là mêmes qui constituent le support principal de leur activité et qui sont aujourd'hui impactés par le changement climatique (Bourdeau, 2014 ; Purdie and Kerr, 2018). L'ensemble de ces itinéraires constituent l'espace de pratique (Mao, 2003) des guides de haute montagne.
- 11 L'évolution géomorphologique de la haute montagne liée au changement climatique implique de profondes modifications des itinéraires d'alpinisme et de leurs conditions de fréquentation. Dans le massif du Mont Blanc, 25 processus et phénomènes liés au changement climatique affectent les itinéraires qui ont tendance à devenir plus difficile techniquement et plus dangereux pendant la période estivale (Mourey *et al.*, 2019). Dans ce cadre, l'objectif de cet article est : i) D'identifier l'impact des évolutions des itinéraires et des conditions de pratique de d'alpinisme sur la pratique du métier de guide. ii) Dans un second temps il s'agit d'identifier les stratégies d'adaptations qu'ils mettent en place pour limiter la vulnérabilité de leur activité. iii) Enfin, l'objectif est aussi de déterminer, à travers une analyse transfrontalière, les facteurs extérieurs qui influencent les stratégies d'adaptation.

Méthodologie

- 12 Afin de bien cerner l'impact du contexte territorial sur les évolutions du métier de guide, il convient de définir ce que l'on nommera : i) l'espace de pratique (Mao, 2003) dans lequel se déroule l'essentiel de l'activité d'encadrement, soit la haute montagne constituée d'itinéraires d'alpinisme, et ii) le lieu d'ancrage professionnel, communal ou intercommunal où sont implantées les principaux bureaux des guides et guides.
- 13 Le massif du Mont Blanc représente alors un espace de pratique particulièrement adapté à notre recherche. Avec ses 165 km² de surface englacée et ses 24 sommets prestigieux de plus de 4000 m (mont Blanc ; aiguille Verte, 4122 m ; Grandes Jorasses, 4208 m ; etc.), il est un massif emblématique de la pratique de l'alpinisme et le principal berceau de l'activité (Debarbieux, 2012). Il possède deux principales « portes » qui représentent les deux territoires émetteurs : Chamonix pour l'accès au versant nord-ouest français, facilité par des aménagements comme le téléphérique de l'aiguille du Midi (3777 m), et Courmayeur pour le versant sud-est italien avec le Skyway, téléphérique permettant l'accès à la Pointe

Helbronner (3462 m). De plus, ces deux territoires émetteurs sont le lieu de naissance du métier de guides avec la création des deux premières compagnies de guides : à Chamonix en 1821 et à Courmayeur en 1850.

- 14 La méthode déployée des deux côtés du mont Blanc consiste en une enquête quantitative par questionnaire appuyée par une série d'entretiens semi-directifs.
- 15 L'enquête quantitative se compose de 50 questions (Annexe 1) et se structure comme suit :
 - les habitudes de travail générales des guides (7 questions) ;
 - un focus sur leurs habitudes de travail en été (5 questions) ;
 - les difficultés induites par le changement climatique, la manière dont les guides s'y adaptent et les perçoivent (22 questions) ;
 - leur profil socio-professionnel (6 questions).
- 16 La grille d'entretien se développe ainsi :
 - le parcours professionnel du guide ;
 - la manière dont il pratique le métier ;
 - le changement climatique, subdivisé en deux sous-thèmes :
 - la manière dont le changement climatique contraint la pratique du métier de guide ;
 - la manière dont les guides s'adaptent à ces contraintes ;
 - la manière dont contraintes et adaptations sont perçues.
- 17 Côté français, l'enquête quantitative a tout d'abord été envoyée par courriel aux 1332 guides actifs adhérents au Syndicat National des Guides de haute Montagne (SNGM) en novembre 2017. Elle a reçu un taux de réponse de 17 % (230 réponses) après un mois et deux relances. L'enquête portant sur la population nationale des guides, le profil socio-professionnel a permis d'isoler ceux travaillant dans la vallée de Chamonix : il a été choisi pour cette étude de ne conserver que les réponses des guides résidant dans la communauté de communes de la vallée de Chamonix-Mont-Blanc (Chamonix, Servoz et Vallorcine), excluant ainsi les guides résidant à Saint-Gervais-les-Bains, autre « porte d'entrée » du massif du Mont Blanc qui, par son histoire et l'importance de sa compagnie des guides (plus de 80 professionnels), constitue géographiquement un autre lieu d'ancrage professionnel. Les entretiens semi-directifs, d'une durée moyenne de 1 h, ont quant à eux été réalisés à Chamonix auprès de 11 guides choisis de manière à présenter une large palette d'âges et d'expériences, ainsi que de statuts de travail (indépendants, salariés, inscrits dans une compagnie ou non) entre mars et avril 2017.
- 18 À Courmayeur, le formulaire d'enquête a été traduit en italien et envoyé à l'ensemble des guides du Val d'Aoste d'avril à mai 2018. Il a fait l'objet de deux relances. La compagnie d'appartenance a permis de créer une strate incluant uniquement les guides de Courmayeur. À noter que contrairement à la France où les guides ne sont pas nécessairement rattachés à une compagnie, en Vallée d'Aoste, sur les 50 guides travaillant sur le territoire de Courmayeur, 47 (94 %) sont adhérents à la Société des Guides (donnée Société des Guides de Courmayeur). 14 d'entre eux ont répondu, soit 30 %. Les 8 entretiens semi-directifs ont également été réalisés en avril 2018, sur les mêmes critères de sélection et structurés de la même manière que ceux réalisés côté chamoniard. D'une durée moyenne de 1 h, ils se sont déroulés en français. Deux membres de la *Fondation Montagne sûre* (dont un aspirant-guide), bilingues italien/français, ont assisté à l'ensemble des entretiens afin d'éviter d'éventuels biais liés à la langue.

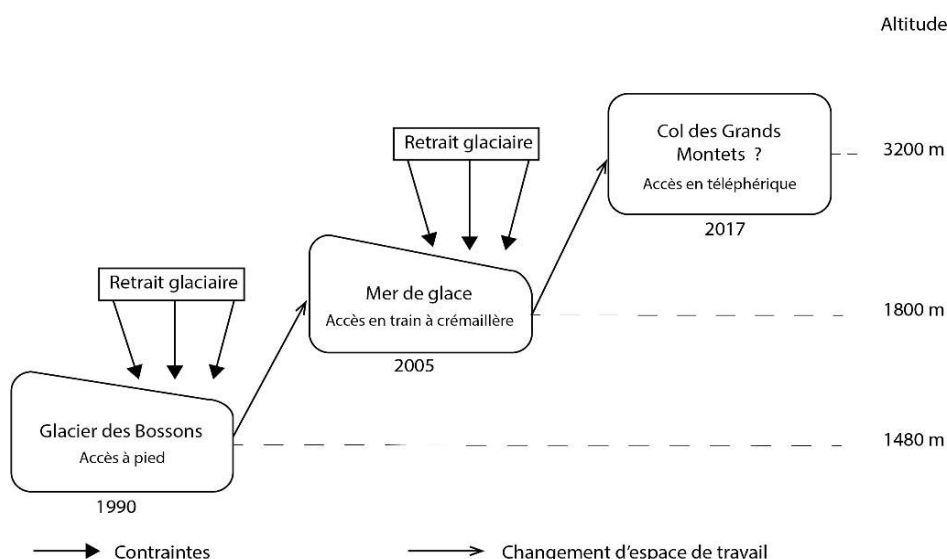
- 19 Les données quantitatives ont été analysées à l'aide du logiciel Sphinx IQ². Quant aux entretiens, ils ont été intégralement retranscrits et analysés qualitativement à l'aide du logiciel MaxQDA.

Les guides de haute montagne face au changement climatique : impacts et adaptations

Des impacts notables sur la pratique de l'alpinisme

- 20 L'ensemble des guides ayant participé aux entretiens ou ayant répondu aux enquêtes quantitatives, à Chamonix ou à Courmayeur, déclarent observer une évolution de la haute montagne en lien avec le changement climatique.
- 21 Le retrait glaciaire est perçu comme l'élément le plus flagrant parmi ces évolutions. Il occasionne notamment une disparition des sites de pratique des « écoles de glace », c'est-à-dire des espaces support de l'activité consistant à apprendre les techniques d'évolution sur glacier. C'est tout particulièrement le cas coté Chamonix avec le glacier des Bossons. La dangerosité croissante du glacier liée à son retrait a poussé les guides à déplacer les écoles de glace vers la Mer de Glace à partir du début des années 1990. Cependant, le retrait du front glaciaire, largement évoqué lors des entretiens, questionne aujourd'hui la profession quant à un nouveau déplacement de l'activité en direction du col des Grands Montets situé près de 1500 m plus haut en altitude (3233 m) et plus rapidement accessible grâce à un téléphérique (figure 1). Côté Courmayeur, la situation est proche en ce qui concerne le retrait du glacier de Pré-de-Bard. Cependant, selon G. Signò, ancien directeur de la Société des Guides de Courmayeur, les guides courmayeurins travaillent peu avec les « écoles de glace ».

Figure 1 : Déplacement de l'espace de pratique des « écoles de glace » dans la vallée de Chamonix



Réalisation E. Salim, J. Mourey, L. Ravanel et C. Gauchon, 2019.

- 22 Le retrait glaciaire provoque également une difficulté d'accès à certaines voies. Les itinéraires rocheux comme la voie Rébuffat à l'Aiguille du Midi ou au Grand Capucin (3838 m) sont largement cités par les guides des deux versants. Le retrait glaciaire y a provoqué l'apparition d'une longueur supplémentaire de 25 m depuis la fin des années 1980, modifiant l'itinéraire historique (Mourey *et al.*, 2019).
- 23 L'« assèchement » estival de la montagne, c'est-à-dire la disparition des couvertures glacio-nivales, est le deuxième phénomène le plus fréquemment évoqué lors des entretiens. Il se traduit par un nombre grandissant d'itinéraires impraticables en été : couloirs Whymper et Couturier à l'Aiguille Verte, voie normale de la Tour Ronde (3792 m), etc. Ces itinéraires classiques sont désormais infréquentables en période estivale selon de nombreux guides interrogés à Courmayeur comme à Chamonix.
- 24 La question de la dangerosité est également largement évoquée. Corrélée aux périodes caniculaires en été, l'augmentation de la fréquence des déstabilisations rocheuses restreint l'accès à certains secteurs. Pour E. Ratouis ou F. Chapon (guides de la vallée de Chamonix), le secteur des aiguilles de Chamonix est soumis à des éboulements de plus en plus fréquents. Pour O. Taiola (guide et responsable du secours en montagne valdôtain de 1985 à 2015), on observe une augmentation des accidents liés aux chutes de pierres lors des périodes caniculaires.
- 25 Le changement climatique impacte également la saison hivernale des guides, principalement en réduisant la durée d'enneigement. Les guides interrogés, de Courmayeur comme de Chamonix, pratiquant tous la descente à ski de la célèbre Vallée Blanche en hiver, évoquent les difficultés liées au déneigement souvent précoce de la partie basse de la descente.

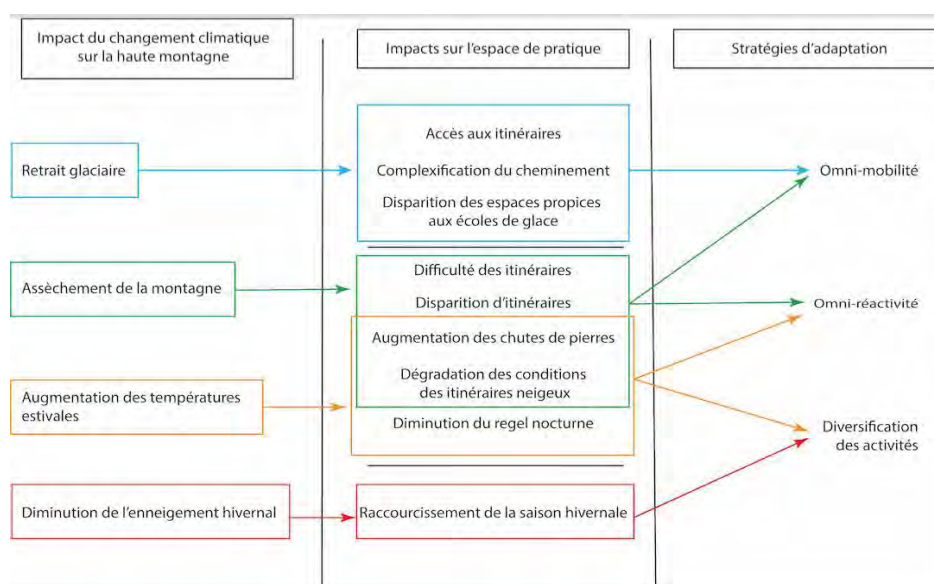
Le développement de stratégies d'adaptation

- 26 Lors des entretiens, l'ensemble des guides français et italiens disent modifier leur manière de travailler afin de s'adapter aux effets du changement climatique selon trois modalités principales (figure 2).
- 27 À Chamonix comme à Courmayeur, la première stratégie évoquée consiste à modifier le type d'itinéraire fréquenté lorsque les conditions sont mauvaises. 6 des 8 guides interrogés à Courmayeur citent en exemple la voie normale de la Tour Ronde. Puisque les conditions y sont très souvent mauvaises en été, les guides se reportent sur l'arête sud-est, itinéraire en rocher, moins soumis à des conditions devenues très aléatoires. À Chamonix, de mauvaises conditions sur des itinéraires glaciaires très fréquentés comme la Petite Aiguille Verte (3512 m) poussent les guides à choisir un objectif rocheux, souvent dans les Aiguilles de Chamonix ou dans le massif des Aiguilles Rouges, plus bas en altitude. De plus, de nombreux guides chamoniards et courmayeurins disent emmener régulièrement leurs clients dans des massifs plus éloignés comme ceux du Grand Paradis, du Valais ou encore des Écrins, ce qui leur permet de multiplier les possibilités de bonnes conditions. L'ensemble de ces pratiques fait ressortir une forme d'*omni-mobilité*, stratégie permettant de se soustraire en partie aux contraintes locales liées au changement climatique.
- 28 À Chamonix, de nombreux guides comme Y. Delevaux (Directeur de la Compagnie des Guides de Chamonix en 2017) parlent de la nécessité d'être plus flexible vis-à-vis de la clientèle. Pour M. Bordet (président des Guides indépendants de Chamonix), à cette

flexibilité s'adjoint une *désegmentation* des temporalités de pratique. Il devient ainsi de plus en plus classique de pratiquer un alpinisme « estival » en décembre. L'enjeu étant pour Y. Delevaux de convaincre la clientèle. Cette adaptation traduit une nécessité d'*omni-réactivité* vis-à-vis des conditions et de la clientèle.

- 29 Une forme de diversification des activités semble également se dessiner. Afin de s'affranchir des effets du changement climatique, des guides français comme F. Bernard ou E. Ratouis disent encadrer de plus en plus d'activités qui ne se pratiquent pas en haute montagne comme les écoles d'escalade, le VTT, le trail ou encore la *via ferrata*. Enfin, de nombreux guides français comme M. Bordet, F. Bernard, F. Chapon ou italiens comme A. ou O. Clavel parlent d'un report de la pratique du métier sur l'hiver et notamment sur la pratique du ski hors-piste, qui en plus de répondre aux demandes de la clientèle, leur permet de pallier les conditions qu'ils jugent « hasardeuses » l'été.

Figure 2 : Schéma récapitulatif des différents impacts liés au changement climatique et des stratégies d'adaptation mises en œuvre



Réalisation E. Salim, J. Mourey, L. Ravel et C. Gauchon, 2019.

Impacts, adaptations et perceptions influencés par le lieu d'ancrage professionnel

Un même espace de pratique

- 30 Si les guides de Chamonix et ceux de Courmayeur exercent leur métier depuis deux territoires émetteurs différents, ils exercent leur activité sur le même espace de pratique, le massif du Mont Blanc, et les itinéraires qu'ils fréquentent sont pour beaucoup les mêmes : Tour Ronde (voie normale ou face nord), le mont Blanc (par le Goûter ou les « Trois Monts ») et le mont Blanc du Tacul (4248 m). Les grandes courses mixtes comme les Grandes Jorasses, l'arête de Rochefort ou encore le mont Blanc par l'arête de l'Innominata ou la Brenva, sont également évoquées par les guides des deux versants.

Néanmoins, quelques grands itinéraires chamoniards comme les couloirs Whympet et Couturier à l'aiguille Verte ou les goulottes du bassin glaciaire d'Argentière ne sont pas mentionnés par les guides de Courmayeur.

- 31 Pour les courses rocheuses, les guides de Courmayeur ne mentionnent pas les itinéraires des aiguilles de Chamonix, tandis que la Dent du Géant (4013 m) est peu prise en exemple lors des entretiens à Chamonix. Cependant, d'autres hauts lieux de l'escalade comme le Grand Capucin sont cités par les deux groupes de guides.
- 32 Pour la période hivernale, peu d'itinéraires spécifiques sont cités, hormis la descente de la Vallée Blanche qui représente l'itinéraire de ski hors-piste principal pour les guides des deux secteurs. Les guides chamoniards y accèdent *via* le téléphérique de l'Aiguille du Midi et les guides courmayeurins prennent pied sur le glacier par le Skyway, des navettes Chamonix-Courmayeur étant prévues pour le retour. Concernant le ski de randonnée, les quelques itinéraires majeurs évoqués sont les mêmes d'un versant à l'autre : Haute Route entre Chamonix et Zermatt, Mont Blanc à ski par le refuge des Grands Mulets, etc.

Une perception différente des impacts du changement climatique

- 33 Si les guides des deux versants sont unanimes quant à l'observation d'une évolution de la haute montagne face au changement climatique, leur perception du décalage saisonnier des périodes de bonnes conditions pour la pratique diverge. À Chamonix, la saison est perçue comme se déplaçant vers le printemps et l'automne, s'allongeant d'environ 4 semaines, ce qui confirme les résultats de Bourdeau (2014) pour le massif des Ecrins. À Courmayeur, seul le mois d'août est perçu comme très mauvais en termes de conditions, mais les guides interviewés ne perçoivent pas d'allongement de la saison de pratique.
- 34 D'après les entretiens réalisés, cette différence de perception des impacts est principalement liée à la relation guides-clients. Lors des entretiens, les guides courmayeurins insistent sur la relation très étroite qu'ils ont avec leurs clients, majoritairement réguliers. À Chamonix, s'ils entretiennent également une relation étroite avec certains clients, les guides sont plus nombreux à dire travailler régulièrement avec une clientèle « d'un jour ». Cette distinction se retrouve également dans le niveau de difficultés des voies réalisés par les deux populations de guides. En effet, du côté chamoniard, les guides réalisent principalement des voies d'un niveau facile ou Peu Difficile (56 %) tandis qu'à Courmayeur seuls 28 % des courses sont de ce niveau. À l'inverse, 36 % des courses réalisées à Courmayeur sont d'un niveau difficile (D) ou très difficile (TD) contre seulement 17 % à Chamonix, ce qui appuie l'idée d'une clientèle plus « habituée » à Courmayeur. Les guides courmayeurins évoquent leur relation plus étroite avec leurs clients en affirmant qu'il leur est facile de changer l'itinéraire prévu au dernier moment en fonction des conditions. Dans le même temps, les guides chamoniards expliquent qu'il est difficile de convaincre les clients d'un jour de changer d'itinéraires si les conditions sont mauvaises. Cela peut expliquer que les guides de Courmayeur ne perçoivent pas d'allongement de saison puisqu'ils peuvent remplir leur été en adaptant facilement leur itinéraire aux conditions.

Différentes stratégies d'adaptation pour une même contrainte

- 35 La comparaison des stratégies d'adaptation développées sur les deux territoires laisse apparaître des différences. À Courmayeur, la stratégie d'*omni-réactivité* est peu évoquée

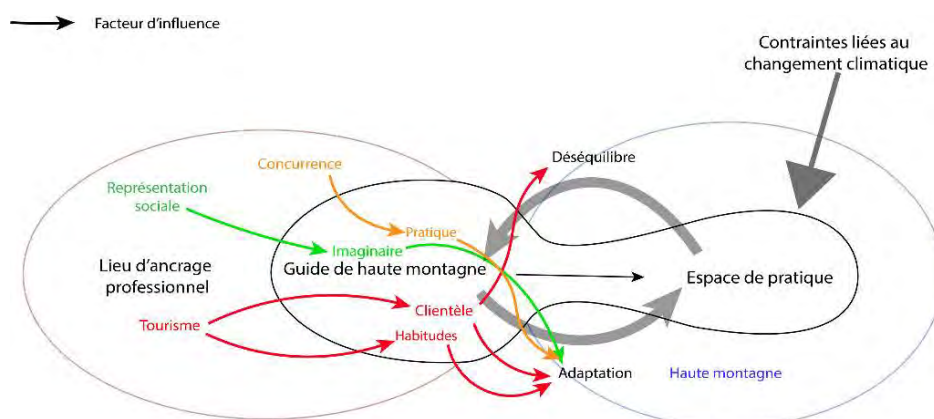
dans les entretiens. La concurrence entre les guides au sein des deux territoires pourrait constituer une explication avec, en saison estivale, plus de 400 guides à Chamonix contre 50 à Courmayeur. De plus, 13 structures vendent l'activité alpinisme à Chamonix contre la seule Société des Guides à Courmayeur. D'après G. Signò, cette configuration peut amener les guides chamoniards à se sentir obligés d'accepter une course dont l'itinéraire est en mauvaise condition de peur que leur potentiel client trouve un guide dans une autre structure. À l'inverse, cette considération n'est pas prise en compte par les guides courmayeurins qui n'hésitent pas à changer d'itinéraire sachant qu'aucune autre structure ne pourra répondre favorablement au client.

- 36 Cela se ressent également dans la manière dont les guides se représentent leur clientèle puisque seuls 14 % des guides courmayeurins estiment que leur clientèle n'est pas disposée à modifier ses objectifs en fonction des contraintes du changement climatique, contre 33 % à Chamonix.
- 37 Autre divergence dans les stratégies d'adaptation, la multi-activité est moins présente à Courmayeur qu'à Chamonix. Cette différence semble une fois de plus liée au type de clientèle. Davantage tournée vers le multisport-outdoor à Chamonix (l'activité alpinisme ne représente jamais plus de 20 % du chiffre d'affaire des structures), la clientèle est considérée comme plus « traditionnelle » à Courmayeur. G. Signò y affirme que « l'alpinisme représente l'activité principale pour la Société des guides en été ».
- 38 Les guides de Chamonix, comme E. Ratouis, F. Bernard ou J.-P. Lacoste (Directeur de l'UCPA Chamonix), se tournent vers des activités comme le VTT, le *trail* ou la *via ferrata* afin de se soustraire aux dangers trop présents en haute montagne liés, notamment, à la dégradation du permafrost. Cependant, l'évolution de l'identité sportive de Chamonix, notamment par le biais d'événements comme l'Ultra-Trail-du-Mont-Blanc (Bessy, 2016) peut être un facteur explicatif de l'évolution de la clientèle. De plus, cette tendance à la diversification des activités touristiques sportives en montagne est visible dans d'autres territoires (Savelli, 2012 ; Perrin-Malterre, 2016). Dans ce cas, ce phénomène de glissement de l'activité alpinisme vers du multisport-outdoor perçut comme une stratégie d'adaptation au changement climatique par les guides chamoniards serait également un ajustement de leur pratique face aux évolutions du tourisme, qui serait vécu comme une opportunité de s'affranchir des contraintes dues au changement climatique.
- 39 Ces différences entre territoires peuvent donc être expliquées par les flux touristiques singuliers à chacun d'eux. La vallée de Chamonix (Servoz, Les Houches, Vallorcine et Chamonix) compte pour sa part 4 700 000 nuitées annuelles réparties à 55 % en hiver et constituées par des touristes majoritairement étrangers (57 %) (Données OT Chamonix, 2017). À Courmayeur, le nombre total de nuitées annuelles s'élève à 1 001 343 réparties à 53 % en hiver et constituées par des touristes majoritairement Italiens (58 %) (donnée TourismOK, 2018). Selon N.Durochat (Directeur de l'OT Chamonix), les touristes à Chamonix sont attirés par l'image « montagne », mais ne la pratiquent pas. La communication de l'office du tourisme porte alors sur l'ensemble des sports de montagne qui sont pratiqués par les touristes dans un but de divertissement. À l'inverse, la clientèle touristique de Courmayeur est plutôt animée par des motivations de « nature », de bien-être et de repos (données TourismOK, 2016).

Une adaptation perçue comme plus aisée à Courmayeur qu'à Chamonix

- 40 Concernant la perception de l'adaptation, les enquêtes quantitatives montrent que, sur une échelle de 1 (adaptation très facile) à 10 (adaptation très difficile), la moyenne des réponses pour Courmayeur est de 3,46 avec un maximum de 5/10 contre une moyenne de 5,38 avec un maximum de 9/10 à Chamonix. Ce résultat est confirmé par les entretiens où les Chamoniards se montrent nettement plus inquiets que les Courmayeurins.
- 41 Cette différence peut une nouvelle fois s'expliquer par une clientèle moins flexible à Chamonix qu'à Courmayeur, la relation statistique entre la difficulté d'adaptation perçue et la question « Est-ce que votre clientèle est prête à adapter sa pratique de la haute montagne à l'évolution des milieux ? » pour les guides chamoniards est « non significative » ($p = 0,18$; $\text{Khi}^2 = 11,34$). Cependant, en élargissant l'échantillon à l'ensemble des guides français, la relation devient « très significative » ($p = <0,01$; $\text{Khi}^2 = 28,73$). La *plasticité* de la clientèle semble donc être un élément important dans la perception de la difficulté à s'adapter.
- 42 L'imaginaire des guides semble également différent entre les deux versants : à la question « est-ce que la transformation des paysages est en décalage avec votre imaginaire de la haute montagne ? », 54 % des guides chamoniards répondent « oui » contre seulement 7 % à Courmayeur. Cette différence est difficile à analyser puisque la question de l'imaginaire n'a pas été approfondie lors des entretiens. On peut cependant émettre l'hypothèse qu'elle serait liée au fait que les guides courmayeurins indiquent travailler davantage que les guides chamoniards sur des itinéraires classiques à des altitudes supérieures à 4 000 m où les impacts du changement climatique sont moins rapides (Einhorn *et al.*, 2015). De fait, le tri croisé entre la difficulté d'adaptation et le décalage de l'imaginaire chez les guides français montre une relation « très significative » ($p = 0,003$; $\text{Khi}^2 = 24,71$).
- 43 Quelques limites peuvent être mentionnées au regard de ces résultats : le nombre de guides interviewés tout d'abord, s'il est satisfaisant à Courmayeur (8/50), est questionnable à Chamonix (11/400). Cependant, une saturation de l'échantillon s'observe rapidement : les informations nouvelles sont peu nombreuses dès le 4^{ème} entretien. Ensuite, le nombre de réponses à l'enquête quantitative, s'il permet une analyse statistique (Ganassali, 2014), reste faible pour que celle-ci soit pleinement satisfaisante. Cependant, l'approche méthodologique visant à croiser données quantitatives et qualitatives permet de recouper les résultats : ils montrent ici comment les dynamiques, notamment touristiques, du lieu d'ancrage professionnel influent sur les stratégies d'adaptation et la perception qu'en ont les professionnels (figure 3). La recherche dans ce domaine étant récente, il semblerait intéressant de poursuivre les investigations, notamment du côté de l'évolution de la clientèle ou encore du point de vue du rapport à la culture professionnelle (Corneloup et Bourdeau, 2002) et à la place du métier de guide parmi les professionnels des sports de pleine nature.

Figure 3 : Synthèse des facteurs influençant l'adaptation aux effets du changement climatique chez les guides de haute montagne



Réalisation E. Salim, J. Mourey, L. Ravanel et C. Gauchon, 2019.

Conclusions

- 44 Les évolutions de la haute montagne alpine provoquées par le changement climatique – dégradation généralisée de la cryosphère et processus associés – agissent comme une injonction adaptative pour les guides de haute montagne. Les réponses à ces évolutions sont variées : apparition d'une forme d'*omni-réactivité* et d'*omni-mobilité*, report d'une partie de l'activité sur la période hivernale ou encore diversification des activités encadrées sont autant de stratégies d'adaptation qui permettent d'augmenter la résilience des guides de haute montagne.
- 45 Cependant, bien que les guides de Courmayeur et de Chamonix aient majoritairement le même espace de pratique effective, leur perception des contraintes et les stratégies d'adaptation qu'ils développent face au changement climatique sont différentes. Les guides courmayeurins ont peu développé l'*omni-réactivité*, tandis que les guides chamoniards semblent se tourner de plus en plus vers une diversification de leur activité.
- 46 L'adaptation au changement climatique est également perçue différemment d'un groupe de guides à l'autre. À Courmayeur, les guides considèrent l'adaptation comme plus facile que les guides chamoniards. Ces divergences de perception sont contrôlées d'une part par la relation guide-client et une clientèle perçue comme plus flexible à Courmayeur et, d'autre part, par l'imaginaire qu'a le guide de la haute montagne : un décalage entre réalité et imaginaire plus important à Chamonix contribuant à une adaptation perçue comme plus difficile.

BIBLIOGRAPHIE

- Adger W. N., 2000.- "Social and ecological resilience : are they related ?" *Progress in Human Geography* 24(3) pp. 347-364
- de Bellefon R., 1999.- "L'invention du terrain de jeu de l'alpinisme : d'une montagne l'autre" *Ethnologie française* 29(1) pp. 66-78
- Beniston M., Farinotti D., Stoffel M., Andreassen L. M., Coppola E., Eckert N., Fantini A., Giacona F., Hauck C., Huss M., Huwald H., Lehning M., López-Moreno J.-I., Magnusson J., Marty C., Morán-Tejeda E., Morin S., Naaïm M., Provenzale A., Rabatel A., *et al.*, 2018.- "The European mountain cryosphere : a review of its current state, trends, and future challenges" *Cryosphere* 12(2) pp. 759-794
- Bessy O., 2016.- "Innovations événementielles et structuration des destinations touristiques. Pour une hybridation des approches : l'exemple de l'Ultra-Trail du Mont-Blanc" *Mondes du Tourisme* (Hors-série), <http://journals.openedition.org/tourisme/1277>
- Bourdeau P., 1991.- « Territoire et identité : recherches sur la territorialité d'un groupe professionnel : les guides de haute montagne en France », Université Joseph Fourier, Grenoble, <http://www.theses.fr/1991GRE19003>
- Bourdeau P., 2014.- « Effet du changement climatique sur l'alpinisme et nouvelles interactions avec la gestion des espaces protégés en haute montagne ; Le cas du parc national des Ecrins », PACTE.
- Chiarle M., Cat Berro D., Mercalli L., Mortara G., Nigrelli G., 2017.- "Slope instabilities occurred at high elevation in the Italian Alps in 2016 : regional landscape fragility and meteorological framework", Vienna, p 8498, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017EGUGA..19.8498C>
- Corneloup J., Bourdeau P., 2002.- « Culture professionnelle et métiers du tourisme sportif de montagne ». *Téoros* 20(3) pp. 32-44
- Debarbieux B., 2012, « Tourisme, imaginaires et identités : inverser le point de vue ». *Tourism Review* (1), <http://journals.openedition.org/viatourism/1191>
- Einhorn B., Eckert N., Chaix C., Ravanel L., Deline P., Gardent M., Boudières V., Richard D., Vengeon J.-M., Giraud G., Schoeneich P., 2015.- « Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes . Impacts observés et potentiels sur les systèmes physiques et socio-économiques » *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* (103-2), <http://journals.openedition.org/rga/2829>
- F. Stocker T., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., K. Allen S., Boschung J., 2013.- « Changements climatiques 2013, les éléments scientifiques ; Résumé à l'intention des décideurs, Résumé technique et foire aux questions. », GIEC.
- Furunes T., Mykletun R.J., 2012.- "Frozen Adventure at Risk ? A 7-year Follow-up Study of Norwegian Glacier Tourism" *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* 12(4) pp.324-348
- Garcia P.-O., 2015.- « Sous l'adaptation, l'immunité : étude sur le discours de l'adaptation au changement climatique », Université Grenoble Alpes, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01470390/document>

- Godard O., 2010.- « Cette ambiguë adaptation au changement climatique », *Abstract Natures Sciences Sociétés* 18(3) pp. 287-297
- Haerberli W., Noetzli J., Arenson L., Delaloye R., Gärtner-Roer I., Gruber S., Isaksen K., Kneisel C., Krautblatter M., Phillips M., 2010.- "Mountain permafrost : development and challenges of a young research field" *Journal of Glaciology* 56(200) pp. 1043-1058
- Huss M., 2012.- "Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale : the European Alps 1900-2100" *The Cryosphere* 6(4) pp. 713-727
- Joly M., Ungureanu E. I., 2018.- "Global warming and skiing : analysis of the future of skiing in the Aosta Valley" *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*
- Kaján E., Saarinen J., 2013.- "Tourism, climate change and adaptation : a review" *Current Issues in Tourism* 16(2) pp. 167-195
- Magnin F., Josnin J.-Y., Ravanel L., Pergaud J., Pohl B., Deline P., 2017.- "Modelling rock wall permafrost degradation in the Mont Blanc massif from the LIA to the end of the 21st century." *The Cryosphere* 11(4) pp. 1813-1834
- Mao P., 2003.- « Les lieux de pratiques sportives de nature dans les espaces ruraux et montagnards, Contribution à l'analyse de l'espace géographique des sports », Université Joseph-Fourier - Grenoble I, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00280034/document>
- Mourey J., Marcuzzi M., Ravanel L., Pallandre, 2019.- "Effects of climate change on high mountain environments : evolution of mountaineering routes in the Mont Blanc massif over half a century" *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, <https://hal-sde.archives-ouvertes.fr/hal-01898233>
- Mourey J., Ravanel L., 2017.- « Évolution des itinéraires d'accès aux refuges du bassin de la Mer de Glace (massif du Mont Blanc, France) » *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* (105-4), <http://journals.openedition.org/rga/3780>
- Paccard P., 2009.- « Réchauffement climatique et ressource neige en domaines skiables » *Collection Edytem* 8 pp.181-192
- Perrin-Malterre C., 2016.- « Processus de diversification touristique autour des sports de nature dans une station de moyenne montagne » *Mondes du Tourisme* (11), <http://journals.openedition.org/tourisme/1012>
- Pielke R A., 1998.- "Rethinking the role of adaptation in climate policy" *Global Environmental Change* 8(2) pp.159-170
- Pröbstl-Haider U., Dabrowska K., Haider W., 2016.- "Risk perception and preferences of mountain tourists in light of glacial retreat and permafrost degradation in the Austrian Alps" *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 13 pp. 66-78
- Purdie H., 2013.- "Glacier Retreat and Tourism : Insights from New Zealand" *Mountain Research and Development* 33(4) pp. 463-472
- Purdie H., Gomez C., Espiner S., 2015.- "Glacier recession and the changing rockfall hazard : Implications for glacier tourism" *New Zealand Geographer* 71(3) pp. 189-202
- Purdie H., Kerr T., 2018.- "Aoraki Mount Cook : Environmental Change on an Iconic Mountaineering Route" *Mountain Research and Development* 38(4) pp. 364-379
- Ravanel L., Magnin F., Deline P., 2017.- "Impacts of the 2003 and 2015 summer heatwaves on permafrost-affected rock-walls in the Mont Blanc massif" *Science of The Total Environment* 609 pp. 132-143

- Ritter F, Fiebig M, Muhar A, 2012.– “Impacts of Global Warming on Mountaineering : A Classification of Phenomena Affecting the Alpine Trail Network” *Mountain Research and Development* 32(1) pp. 4–15
- Savelli N., 2012, « Géopolitique touristique d'un « bout du monde ». le développement territorial du Valgaudemar en questions » *Journal of Alpine Research / Revue de géographie alpine* (100–2), <http://journals.openedition.org/rga/1790>
- Scott D., de Freitas C., Matzarakis A., 2009.– “Adaptation in the Tourism and Recreation Sector”, in *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change* Eds K L Ebi, I Burton, and G R McGregor (Springer Netherlands, Dordrecht), pp. 171–194, https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8921-3_8
- Simonet G., 2015.– « Une brève histoire de l'adaptation : l'évolution conceptuelle au fil des rapports du GIEC (1990-2014) » *Natures Sciences Sociétés* 23 S52–S64
- Smit B., Wandel J., 2006.– “Adaptation, adaptive capacity and vulnerability” *Global Environmental Change* 16(3) pp. 282–292
- Swart R., Raes F., 2007.– “Making integration of adaptation and mitigation work : mainstreaming into sustainable development policies ?” *Climate Policy* 7(4) pp.288–303
- Temme A.J a M., 2015.– “Using climber's guidebooks to assess rock fall patterns over large spatial and decadal temporal scales : an example from the swiss alps” *Geografiska Annaler : Series A, Physical Geography* 97(4) pp.793–807
- Watson C.S., King O., 2018.– “Everest's thinning glaciers : implications for tourism and mountaineering” *Geology Today* 34(1) pp.18–25
- Zekollari H., Huss M., Farinotti D., 2019.– “Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble” *The Cryosphere* 13(4) pp.1125–1146
- Zemp M., Frey H., Gärtner-Roer I., Nussbaumer S.U., Hoelzle M., Paul F., Haeberli W., Denzinger F., Ahlstrøm A.P., Anderson B., Bajracharya S., Baroni C., Braun L.N., Cáceres B.E., Casassa G., Cobos G., Dávila L.R., Granados H.D., Demuth M.N., Espizua L., *et al.*, 2015.– “Historically unprecedented global glacier decline in the early 21st century” *Journal of Glaciology* 61(228) pp. 745–762

RÉSUMÉS

L'évolution des milieux de la haute montagne alpine, et notamment de la cryosphère face au changement climatique, modifie considérablement les pratiques qui s'y déroulent. Les itinéraires d'alpinisme subissent tout particulièrement ces changements et deviennent parfois difficilement accessibles. L'adaptation est alors nécessaire pour retrouver un équilibre. Les guides de haute montagne font partie de ces professionnels les plus dépendants de l'espace sur lequel ils exercent. De ce fait, ils sont certainement les plus contraints, mais également ceux qui développent le plus de stratégies d'adaptation. L'objectif de cet article est de déterminer de quelle manière les guides de haute montagne de Chamonix et de Courmayeur sont impactés et s'adaptent aux contraintes liées au changement climatique. À travers une étude transfrontalière se nourrissant de méthodes quantitatives et qualitatives, ce travail montre également en quoi les stratégies d'adaptation des guides sont dépendantes des dynamiques des territoires dont ils sont issus.

The evolution of the high Alpine mountain environment, especially the cryosphere that faces climate change, deeply modifies the human activities that take place there. The mountaineering routes are directly impacted and they sometimes become inaccessible. In order to recover a good balance, adaptation is necessary. Mountain guides are among the most dependent professionals on the field on which they practice. As a result, they are probably some of the most impacted professionals but, at the same time, they are also those who can create a lot of adaptation strategies. The aim of this paper is therefore to identify how mountain guides from Chamonix and Courmayeur are impacted and the different adaptation strategies they developed to face climate change. By this cross-border study, using quantitative and qualitative methods, this paper is also showing that the adaptation strategies are controlled by the territory dynamics.

INDEX

Keywords : guide ; haute montagne ; adaptation ; changement climatique ; perception

AUTEURS

EMMANUEL SALIM

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc – CNRS, Chambéry, France.
emmanuel.salim@univ-smb.fr

JACQUES MOUREY

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc – CNRS, Chambéry, France.

LUDOVIC RAVANEL

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc – CNRS, Chambéry, France.

PIETRO PICCO

Fondation Montagne sûre, 11013 Courmayeur (AO), Italie

CHRISTOPHE GAUCHON

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc – CNRS, Chambéry, France.

Conclusion du Chapitre 6

Les guides de haute montagne français sont très sensibles aux impacts du changement climatique et 99 % d'entre eux sont contraints d'adapter leur pratique du métier à ces impacts à travers 5 stratégies principales : (i) le changement de saisonnalité (43 % des répondants), (ii) le changement des activités pratiquées (34 %), (iii) porter plus d'attention et être plus réactifs aux conditions en haute montagne (31 %), (iv) le changement des lieux de pratique (30 %) et (v) le changement des techniques de progression (7 %). Tous les guides ne sont pas affectés de la même manière et n'ont pas les mêmes difficultés à s'adapter. Les guides qui font face au changement climatique avec le plus de facilité (50 % de la population) sont ceux qui diversifient leurs activités hors haute montagne. Aussi, le changement climatique est un facteur qui accentue l'évolution actuelle du métier de guide en France, où l'alpinisme tend à être relégué au second plan, au profit d'activités plus ludiques avec une prise de risques limitée. L'ensemble de ces résultats constitue un état des lieux pour le SNGM qui prévoit de sensibiliser, former et accompagner ses adhérents dans leur adaptation au changement climatique. Les résultats de l'enquête ont été communiqués à l'ensemble des guides sous la forme d'un rapport (Annexe 6.2) et ont notamment été mobilisés dans l'émission *Dimanche en Politique* (France3), *Les Alpes face au réchauffement*. La *Royal Dutch Climbing and Mountaineering Association* (NKBV) a également écrit un article à partir de cette étude qui sera publié au cours de l'été 2019 afin de sensibiliser ses adhérents (65 000 personnes) aux impacts du changement climatique.

L'étude comparative menée entre les guides chamoniards et valdotains (Article 5) permet de nuancer les résultats de l'Article 4. En effet, bien que travaillant sur un même espace – le massif du Mont Blanc – la sensibilité des guides valdotains au changement climatique semble bien inférieure à celle des guides chamoniards. Le type de clientèle, régulière pour les guides valdotains et plutôt « d'un jour » du côté français du Mont Blanc, ainsi que deux structurations très différentes du fait touristique entre les deux versants du massif, sont les principales raisons de cette différence. L'adaptabilité des guides semble donc également conditionnée par le type de clientèle des guides, et l'approche régionale du tourisme et non pas uniquement par le type d'activité pratiquée.

Ces deux articles complètent la littérature scientifique actuelle, proposant des résultats spécifiques à la pratique de l'alpinisme et au métier de guide de haute montagne. De plus, l'Article 5 permet de mieux documenter le cas du massif du Mont Blanc – « berceau historique et mythique du métier de guide » (Bourdeau, 1991) – qui n'avait pas été étudié auparavant sous cet angle.

Chapitre 7. Les effets du changement climatique sur la fréquentation des refuges de haute montagne

Par leur rôle d'abri et de lieu d'étape pour les alpinistes, les refuges de haute montagne sont des objets importants dans la structuration du cheminement des pratiquants et de nombreux schémas d'ascension. Par conséquent, le nombre de personnes qui y dorment pendant la période estivale est l'une des données phares pour l'étude de la fréquentation de la haute montagne par les alpinistes et peut aussi être utilisée pour apprécier les impacts du changement climatique sur les pratiques de la montagne. Dans ce chapitre est étudiée, l'évolution de la fréquentation (nombre de nuitées par saison) des refuges de haute montagne dans le massif du Mont Blanc entre 2000 et 2017. Notre objectif est d'analyser cette évolution afin d'évaluer si la modification des itinéraires d'alpinisme face au changement climatique peut se traduire par une diminution de la fréquentation des refuges de haute montagne.

Il peut sembler discutable de ne considérer que 17 années consécutives pour une étude sur les impacts de phénomènes climatiques puisqu'il pourrait être difficile de faire la part entre l'évolution de la fréquentation liée au climat qui devrait théoriquement présenter une tendance sur le long terme (depuis les années 1970, *cf.* Partie II) et l'évolution liée à d'autres facteurs météorologiques et socio-économiques s'inscrivant dans des dynamiques à court terme (fermeture annuelle pour rénovation, etc.) ou moyen terme (mode de pratiques). Cependant, on ne retrouve que très peu de données antérieures aux années 2000 et dans tous les cas, elles ne sont pas suffisantes pour permettre une analyse précise de la fréquentation. Aussi, nous nous appuyons dans ce chapitre sur la question du lien entre l'évolution des itinéraires supports de la pratique de l'alpinisme lors des étés caniculaires, où les effets du changement climatique sont exacerbés (*cf.* : Conclusion Chapitre 5) et la fréquentation des refuges. Pour terminer, seront présentés quelques éléments sur les stratégies d'adaptations mises en place par les gardiens de refuges dont la fréquentation diminue, notamment face aux impacts du changement climatique.

7.1. Les données de fréquentation des refuges, limites et intérêts

Dans cette section, nous commencerons par présenter les limites et les biais que présentent les données de fréquentation des refuges avant de justifier leur utilisation, comme unique donnée disponible pour quantifier et localiser la fréquentation de la haute montagne par les alpinistes.

7.1.1. La fréquentation des refuges : difficulté d'accès et limites de la donnée

A. Une donnée difficile d'accès

Contre toute attente, les données de fréquentation des refuges sont très difficiles à obtenir. Cela s'explique notamment par la multiplicité des gestionnaires - Clubs CAF, FFCAM, Compagnie de Guides, Mairies, Associations, acteurs privés - et par une réticence de la part des gestionnaires à communiquer ces données qui informent indirectement sur l'économie associée à la gestion des refuges. En général, nous devons l'accès aux données présentées ci-dessous à notre statut de chercheur.

Dans certains cas, les données n'ont pas été archivées correctement et/ou ont été perdues. Concernant la FFCAM, les données ont été informatisées en 2001 ce qui a permis d'avoir accès au nombre de nuitées par refuge et par année depuis cette date. Le sort des données plus anciennes reste cependant très flou. D'après le service Patrimoine bâti de la FFCAM, les données plus anciennes auraient été perdues. À l'échelle des sections locales du CAF, l'archivage et la sauvegarde des données se sont avérés très variables. Le Club Alpin de Briançon possède par exemple l'ensemble du nombre de nuitées par refuge et par année depuis 1946. À l'inverse, pour Chamonix et Grenoble, aucune donnée antérieure à 2001 n'a été retrouvée. La section de Saint Gervais a quant à elle conservé des données depuis 1995. Pour les refuges du massif du Mont Blanc, des données antérieures à 2001 ont été retrouvées dans plusieurs numéros de la revue *La Montagne et Alpinisme* et dans des rapports de l'*Association pour la Recherche, l'Innovation et l'Adaptation en Montagne* (APRIAM ; Belien, 1988), de l'*Agence Française de l'Ingénierie Touristique* (AFIT ; Giard, 1996 ; Steen *et al.*, 2001) et de la *Direction Tourisme Montagne et Parcs* (DTMP, 2012).

D'autre part, certains gardiens semblent ne pas déclarer à leur section de rattachement la totalité des nuitées qu'ils enregistrent, en intégrant certaines dans leurs propres revenus ou investissements, ce qui contribue à biaiser la donnée.

B. Tous les alpinistes n'utilisent pas les refuges

Certains alpinistes campent ou bivouaquent au pied des itinéraires prévus. Ainsi, tous les alpinistes n'utilisent pas les refuges. D'après l'étude *Dispositif Mont Blanc* réalisée par *La Chamoniarde* pendant les étés 2013 et 2014, environ 37,5 % des alpinistes qui utilisent le téléphérique de l'aiguille du Midi pour passer au moins une nuit en montagne bivouaquent. Les principaux lieux de bivouacs du massif du Mont Blanc par ordre d'importance sont : le col du Midi, le plan de l'Aiguille (gare

intermédiaire), le Cirque Maudit et le col du Géant. D'autre part, et en particulier pour le massif du Mont Blanc, l'accès à la haute montagne par les remontées mécaniques permet une très large pratique de l'alpinisme à la journée, hors du schéma classique intégrant un refuge. Par exemple, à proximité de l'aiguille des Grands Montets, de l'aiguille du Midi, ou de la pointe Helbronner (IT) accessibles en télécabine, de nombreuses courses d'alpinisme sont très fréquentées à la journée pendant la période estivale, telles que la petite aiguille Verte, la face sud de l'aiguille du Midi, l'arête des Cosmiques, la traversée du glacier du Géant, la pointe Lachenal ou l'aiguille d'Entrèves. Ainsi, c'est tout un pan de la fréquentation de la haute montagne que le nombre de nuitées des refuges ne reflète pas. En 2014, 28 % des alpinistes qui ont pris le téléphérique de l'aiguille du Midi n'ont pas dormi en refuge (comm. écrite *La Chamoniarde*, 2016). Cette pratique de l'alpinisme à la journée est d'ailleurs en progression depuis le début des années 2000 (cf. : Chapitre 1).

C. Les refuges de haute montagne ne sont pas uniquement fréquentés l'été par des alpinistes

De nombreux refuges de haute montagne, supports de la pratique de l'alpinisme, sont aussi fréquentés par des randonneurs. Dans ce cas, l'analyse du nombre de nuitées et de l'évolution de ce nombre face aux modifications des itinéraires d'alpinisme est faussée. Le nombre de randonneurs peut ainsi compenser une diminution du nombre d'alpinistes qui ne sera alors plus visible dans le nombre de nuitées enregistré par le refuge. Inversement, une diminution de la fréquentation d'un refuge pourrait être due à une diminution du nombre de randonneurs et non de celui des alpinistes.

De plus, la majorité des gestionnaires dont la FFCAM annualisent le nombre de nuitées dans leur refuge en additionnant les nuitées de l'hiver/printemps - liées à la pratique du ski de randonnée - aux nuitées de l'été liées à la pratique de l'alpinisme. Cette annualisation des nuitées est une des limites majeures des analyses reposant sur cette donnée. Différentes pratiques sont mélangées et il en devient difficile (voir impossible pour certains refuges) de mesurer une diminution ou une augmentation de la fréquentation sur la seule période estivale à laquelle s'intéresse ce travail. À l'heure où la pratique du ski de randonnée se développe de plus en plus, il est étonnant que le nombre de nuitées estivales ne soit pas dissocié du nombre de nuitées hivernales et printanières. Cette simple dissociation de chiffre permettrait une analyse beaucoup plus précise de la fréquentation des refuges et des pratiques dont ils sont le support. D'ailleurs, cette limite ne concerne pas les refuges suisses. Le CAS fait très clairement la distinction entre la fréquentation hivernale et estivale.

En outre, les chiffres des nuitées hors période de gardiennage sont des plus parcellaires. Le principe veut qu'en dehors des périodes gardées, les utilisateurs payent leur nuitée en laissant la somme correspondante dans un tronc installé dans la salle commune. Dans les faits, tous les alpinistes ne payent pas ou ne mettent pas le montant indiqué. Il en devient impossible de faire un comptage précis de la fréquentation hors gardiennage. Dans les chiffres des nuitées des refuges CAF du massif du Mont Blanc, si l'onglet « Nuitées hors gardiennage » existe, il n'est jamais renseigné, ce qui illustre la non prise en compte (ou l'accès trop limité) de cette donnée par le CAF.

D. Les limites de la collecte de données par les gardiens

Il serait possible de réaliser une étude qualitative détaillée de la fréquentation de chaque refuge en se basant sur les différents tarifs appliqués (jeunes, membres du CAF, professionnels, etc.). Cependant, des tarifs similaires pour différents statuts rendent la lecture difficile et impliquent plusieurs biais. Par exemple, le tarif pour un professionnel non-membre du CAF est le même que pour un non professionnel membre du CAF. Aussi est-il régulier que ces deux catégories soient intégrées dans la même colonne « Membre du CAF ». De plus, le nombre de statuts et de tarifs différents s'est accru et a beaucoup évolué depuis le début des années 2000, rendant toute comparaison diachronique des données quasi impossible.

Enfin, le nombre de nuitées devrait idéalement être analysé en fonction de la durée d'ouverture des refuges (soit un taux de remplissage par saison) qui peut varier d'année en année. Malheureusement, c'est une information difficile à obtenir car elle n'est pas (ou très rarement) conservée par le gestionnaire. Il faudrait alors contacter individuellement chaque gardien pour la lui demander.

7.1.2. Une donnée qui reste pertinente et nécessaire pour l'étude de la fréquentation de la haute montagne

Malgré les limites et biais que présente le nombre de nuitées par an dans les refuges, c'est la seule donnée qui permette à ce jour d'étudier l'évolution de la fréquentation de la haute montagne par les alpinistes. On peut estimer qu'une majorité des alpinistes fréquente les refuges et que le nombre de nuitées qu'ils enregistrent reflète les principales tendances de la pratique de l'alpinisme. De plus, il est possible de mettre en place des méthodologies qui permettent de réduire, au moins en partie, certaines des limites évoquées. La principale est la réalisation d'entretiens semi-directifs avec les gardiens de refuges concernés en leur demandant d'expliquer pour chaque année la façon dont ils perçoivent les raisons qui expliquent les chiffres de la fréquentation du refuge. De plus, le programme *RefLab* qui a débuté en 2015 contribue aujourd'hui à proposer des données précises sur la fréquentation des refuges (Encadré 7.1).

Encadré 7.1. Le programme RefLab

Le programme *RefLab*, co-piloté par le LabEx ITEM et le Parc National des Écrins, vise à développer un dispositif d'observation des changements en haute montagne, avec les refuges comme lieux de mesure et d'observation des processus géophysiques, climatiques, biologiques et des pratiques touristiques et sportives. Un de ses

objectifs est la récolte de données précises et inédites sur la fréquentation des refuges (nombre de nuitées par jour, caractéristiques sociodémographiques de la clientèle, etc.), en partenariat avec les gardiens et les gestionnaires (FFCAM, Syndicat National des Gardiens de Refuges, etc.). Ces données permettraient de s'affranchir d'un certain nombre des limites présentées ci-avant. De plus, dans le cadre de ce programme, une base de données sur l'ensemble des refuges des Alpes françaises est à l'étude. Elle aurait pour but de centraliser de nombreuses données, dont celles récoltées dans ce travail de thèse, sur les refuges et leurs fonctionnements et d'être utilisées autant comme outil d'aide à la décision pour les acteurs politiques que comme source de données pour la recherche scientifique.



7.2. Evolution de la fréquentation des refuges de haute montagne dans le massif du Mont Blanc

Avec ce travail doctoral, l'étude des impacts du changement climatique sur la fréquentation des refuges de haute montagne devait considérer l'ensemble des refuges des Alpes occidentales (France, Suisse et Italie). La récupération des données de fréquentation des refuges s'étant montrée particulièrement longue et laborieuse, il a rapidement été nécessaire de revoir cet objectif à la baisse. Aussi, les entretiens semi-directifs ont été réalisés en priorité avec les gardiens des refuges du massif du Mont Blanc. Malheureusement, il s'est avéré par la suite qu'il s'agissait du massif pour lequel nous disposions de la série de données la plus courte, les données de fréquentation des refuges des Écrins ayant été retrouvées pour certains refuges jusqu'en 1946, et des Alpes suisses jusqu'en 1976. Cependant, les entretiens avec les gardiens étant indispensables à l'évaluation de la part climatique dans l'évolution de la fréquentation des refuges et face à l'impératif de répondre aux attentes du projet ALCOTRA *AdaPt Mont-Blanc*, l'étude qui suit se concentre sur le massif du Mont Blanc et sur la période 1999-2016.

7.2.1. Les refuges du massif du Mont Blanc considérés dans ce travail

Au même titre que dans les Articles 1 et 2 de ce manuscrit, les refuges considérés dans ce chapitre sont les refuges de haute montagne, définis comme les refuges supports de la pratique de l'alpinisme estival, dans le massif du Mont Blanc. Les bivouacs non gardés ne sont pas inclus, notamment en raison de la difficulté de mesurer leur fréquentation (*cf.* : § 7.1.1).

Seront considérés, dans cette section, 16 des 22 refuges de haute montagne du massif du Mont Blanc (Tab. 7.1). L'ensemble des refuges du versant italien du massif (Gonnella, Monzino, Torino, Boccalatte, etc.) n'ont pas été pris en compte, leurs données de fréquentation étant trop parcellaires. En effet, pour des raisons de confidentialité, l'Assessorat au tourisme de la vallée d'Aoste refuse de communiquer les chiffres de fréquentation pour chacun des refuges et seule la totalité des nuitées enregistrées sur l'ensemble des refuges de haute montagne est accessible. Cependant, tous les gardiens ne communiquent pas à cette structure le nombre de nuitées enregistrée par saison, ce qui engendre un biais important et l'impossibilité de prendre en considération ces données. Sur le versant français du massif, seuls les refuges de la Charpoua et de Robert Blanc n'ont pas été considérés, leurs données de fréquentation n'ayant pas été retrouvées sur une période suffisamment longue.

Pays	Gestionnaire	Refuge	Altitude (m)	Nbre de place	Ouverture au printemps	Accessible aux randonneurs
France	CAF Chamonix	Albert 1er	2712	137 (2014)	Non	Oui
		Argentière	2771	94 (2009)	Oui	Non
		Couvercle	2679	128	Oui	Oui
		Leschaux	2431	20	Non	Oui
		Envers des Aiguilles	2523	68	Non	Oui
		Requin	2867	57	Oui	Oui
		Grands Mulets	3051	68	Oui	Non
		Conscrits	2580	90	Oui	Oui
	CAF Saint Gervais	Tête Rousse	3167	72	Non	Oui
		Durier	3358	12	Non	Non
	Comité Départemental FFCAM Haute Savoie	Goûter	3835	120 (2014)	Non	Non
	Compagnies des Guides de Chamonix	Cosmiques	3673	130	Oui	Non
Suisse	CAS Diablerets	L'A Neuve	2735	28	Non	Oui
		Orny	2831	86	Non	Oui
		Trient	3170	129	Oui	Non
	CAS Neuchatel	Saleina	2691	48	Oui	Oui

Tableau 7.1. Refuges de haute montagne du massif du Mont Blanc pris en compte dans ce travail avec leurs principales caractéristiques.

L'évolution du nombre de nuitées par an et pour chacun des refuges considérés sera étudiée pour la période 1999-2016, seule période pour laquelle le jeu de données est complet. 12 entretiens semi-directifs de 30 minutes à 1 heure (Annexe 7.1) ont été réalisés avec des gardiens des refuges du versant français du massif. Nous les avons d'abord questionnés sur l'évolution des itinéraires d'alpinisme accessibles depuis le refuge et plus spécifiquement sur les itinéraires étudiés dans l'Article 3 sur *Les 100 plus belles courses du massif du Mont Blanc* décrites dans le topo-guide de G. Rébuffat (1973). Ensuite, l'essentiel des entretiens portaient sur le nombre des nuitées dans le refuge année par année et les facteurs explicatifs.

7.2.2. Evolution de la fréquentation des refuges de haute montagne du massif du Mont Blanc entre 1999 et 2016

Sur la période 1999-2016, la fréquentation totale des 16 refuges considérés représente 56 856 nuitées en moyenne par an. La fréquentation hivernale et printanière des refuges français (6 refuges concernés, Tab. 7.1) est incluse dans ces données. D'après plusieurs observateurs (CAF, Syndicat des guides, sociétés de remontées mécaniques, etc.), celle-ci serait en augmentation. Toutefois, le nombre total de nuitées est en diminution sur l'ensemble de la période (Fig. 7.1). Il passe de 62 222 nuitées en moyenne par an sur la période 1999-2001 à 50 966 nuitées pour la période 2014-2016, soit une diminution de 18 %. La diminution moyenne annuelle est ainsi de 1 %, soit une diminution moyenne annuelle de 654 nuitées.

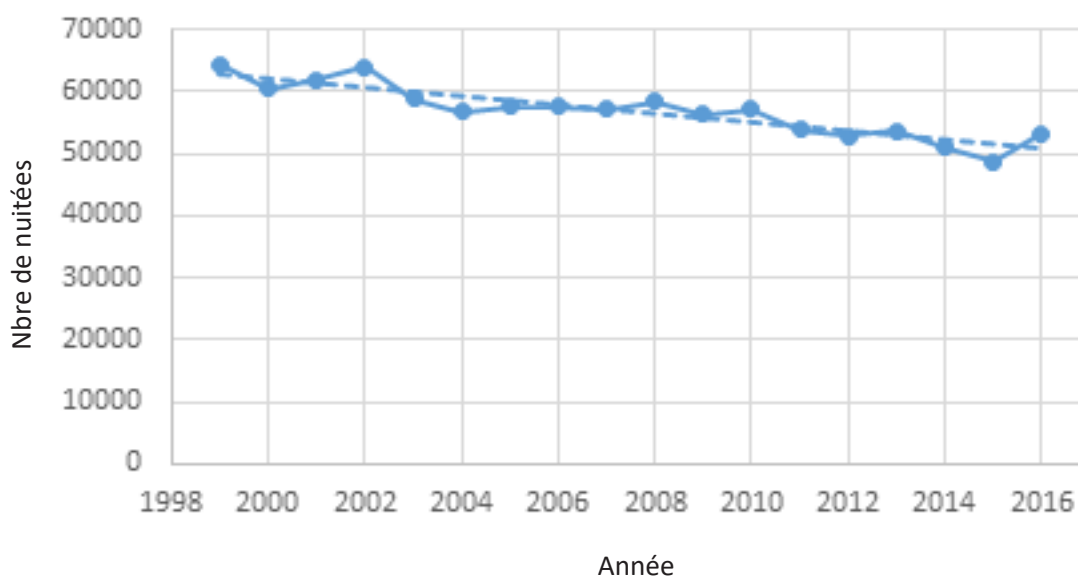


Figure 7.1. Évolution du nombre total de nuitées entre 1999 et 2016 pour l'ensemble des refuges considérés.

Bien que le nombre de nuitées dans chacun des refuges présente une forte variation interannuelle (Annexe 7.2), principalement liée à des facteurs météorologiques et à des travaux de rénovations des refuges certaines années (Giard, 1997), la tendance générale à la diminution s'explique par une baisse de la fréquentation pour 8 refuges pour lesquels le nombre de nuitées diminue d'au moins 1,5 % en moyenne par an sur l'ensemble de la période (Tab. 7.2). La diminution moyenne annuelle la plus

importante en pourcentage concerne le refuge des Grands Mulets (-9 %/an). En nombre de nuitées, c'est le refuge d'Argentière qui voit sa fréquentation se réduire le plus avec une diminution moyenne de 182 nuitées par an. Pour 6 refuges, la fréquentation stagne avec une variation de ± 1 % (Tab. 7.2). Enfin, seuls 2 refuges voient leur fréquentation augmenter : Durier (+4 %/an) et Tête Rousse (+ 3%/an).

Refuge	Évolution moyenne annuelle de la fréquentation	
	(en %)	(en nbre de nuitées)
Grands Mulets	-9	-88
Argentière	-4	-182
Couvercle	-4	-130
Saleina	-3	-27
Conscrits	-3	-172
L'A Neuve	-2	-11
Envers des Aiguilles	-1	-24
Cosmiques	-1	-166
Orny	-0,5	-16
Requin	-0,5	-3
Goûter	-0,2	-19
Trient	0	+3
Albert 1er	+0,5	+28
Leschaux	+1	+6
Tête Rousse	+3	+145
Durier	+4	+15

Tableau 7.2. *Évolution moyenne annuelle du nombre de nuitées dans les refuges étudiés sur la période 1999-2016.*

Comment expliquer cette diminution de la fréquentation ? Elle serait, selon notre interprétation, principalement le résultat de l'évolution qu'a connue la pratique de l'alpinisme à partir des années 1990 (Cf. : Chapitre 1). Toutefois, un travail plus approfondi, notamment par la conduite d'entretiens semi-directifs supplémentaires avec les gardiens serait nécessaire pour mettre clairement en évidence l'ensemble des facteurs explicatifs. Par exemple, pour le seul cas du refuge de Tête Rousse, plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer l'augmentation du nombre de nuitées qu'il enregistre : (i) le nombre de prétendants à l'ascension du mont Blanc augmente et le refuge du Goûter est régulièrement complet, ce qui contraint les alpinistes à dormir au refuge de Tête Rousse ; (ii) la dangerosité vraisemblablement croissante du couloir du Goûter pousse les alpinistes à dormir à Tête Rousse de manière à traverser le couloir tôt dans la nuit, lorsque les chutes de pierres sont les moins fréquentes (Alpes Ingé, 2012) ; (iii) le nombre de randonneurs venant passer la nuit au refuge augmente ; (iv) le système de réservation mis en place pour le nouveau refuge du Goûter, peu satisfaisant du point de vue des guides, les pousse à dormir plus fréquemment au refuge du Tête Rousse. Aussi, des entretiens avec les anciens et les actuels gardiens des refuges du Goûter et de Tête Rousse (d'ailleurs contactés infructueusement à plusieurs reprises au cours de ce travail) ainsi qu'avec

des guides de haute montagne seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer ces hypothèses.

Ce constat ne nous permet pas de répondre à la question posée au début de ce chapitre à savoir les impacts du changement climatique sur les itinéraires d'alpinisme entraînent-ils une diminution de la fréquentation des refuges de haute montagne ? Dans la section suivante, nous nous concentrerons sur l'évolution de la fréquentation des refuges au cours de l'été caniculaire de 2015 lors duquel les conditions en haute montagne étaient particulièrement défavorables à la pratique de l'alpinisme. Les entretiens menés avec certains gardiens nous permettront de mieux évaluer la part climatique dans la diminution générale de la fréquentation des refuges.

7.3. Impacts de l'été caniculaire 2015 sur la fréquentation des refuges

7.3.1. L'été 2015

L'été 2015 est au second rang des étés les plus chauds en France derrière celui de 2003, avec une anomalie thermique de +1.5°C par rapport à la moyenne des températures estivales pour la période 1981-2010 (données Météo France). Deux vagues de chaleurs se sont succédées : du 30 juin au 7 juillet puis, du 15 au 22 juillet (*MétéoFrance*, 2016). En conséquence, les conditions en haute montagne pour la pratique de l'alpinisme étaient particulièrement défavorables (*cf.* : Conclusion Chapitre 5). Les températures particulièrement élevées et le faible voire inexistant regel nocturne même à très haute altitude, accentue une grande partie des processus et phénomènes identifiés dans le Tableau 1 de l'Article 3. Par exemple, l'occurrence de chutes de pierres et d'écroulements sont favorisés, les ponts de neige sont plus fragiles, les faces en neige deviennent « en glace » ou sont complètement sèches rapidement, ce qui accentue ponctuellement, à l'échelle de la période caniculaire, l'augmentation progressive de la dangerosité et de la technicité des itinéraires mise en évidence depuis les années 1970 (*cf.* : Article 3).

Le nombre total de nuitées en 2015 est le plus faible enregistré sur l'ensemble de la période considérée (Fig. 7.1). La diminution moyenne en 2015, par rapport à la moyenne des trois années précédentes, est la deuxième plus importante (-7 % soit -3759 nuitées) après 2004 (-7,8 % soit -4796 nuitées) (Fig. 7.2).

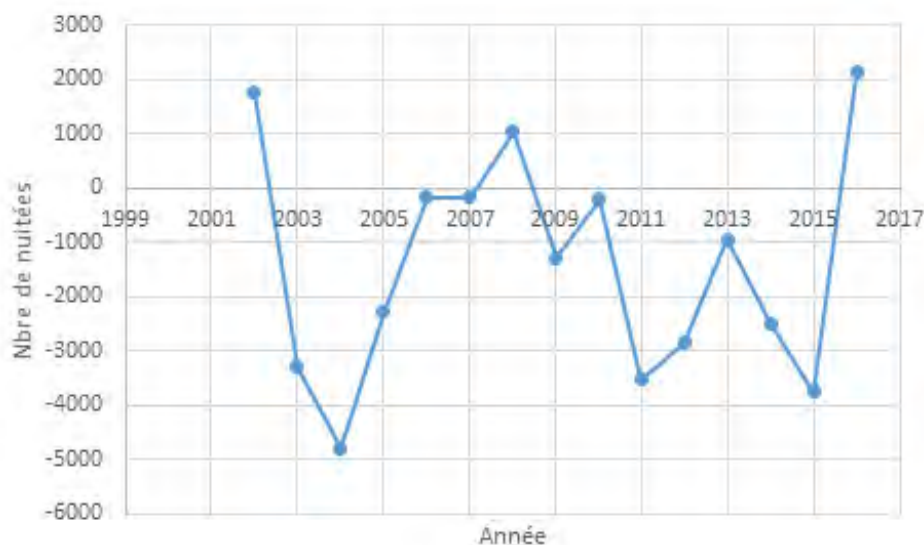


Figure 7.2. Evolution annuelle du nombre de nuitées par rapport à la moyenne des trois années précédentes. On considère la moyenne des trois années précédentes afin de gommer la variabilité interannuelle de la fréquentation.

Dix refuges voient leur fréquentation diminuer en 2015 par rapport à la moyenne de la période 2012-2014 (moyenne de référence dans cette section) (Tab. 7.3.). D'après les gardiens de refuges interrogés, cette diminution est en grande partie liée aux conséquences des deux périodes caniculaires du mois de juillet.

Refuge	Différence de fréquentation entre 2015 et la moyenne de la période 2012-2014	
	(en %)	(en nombre de nuitées)
Tête Rousse	-39	-2515
Conscrits	-28	-1291
Requin	-21	-215
Goûter	-17	-1348
Durier	-13	-56
Couvercle	-11	-352
L'A Neuve	-9	-42
Argentière	-5	-169
Saleina	-4,5	-27
Cosmiques	-3,5	-320
Grands Mulets	4	40
Trient	9,5	326
Albert 1er	16	1079
Envers des Aiguilles	17	261
Orny	26	738
Leschaux	27	132

Tableau 7.3. Différence de fréquentation entre l'année 2015 et la moyenne de la période 2012-2014.

Dans le cas du refuge du Goûter, les fortes chaleurs ont entraîné d'importantes chutes de pierres dans le Grand Couloir, sur la voie normale d'ascension du mont Blanc (comm. orale A. Rattin, gardien du refuge du Goûter, 27/10/2015 ; niveau de modification 3, cf. Article 3). Par conséquent, l'itinéraire a été déconseillé par avis préfectoral et municipal et le refuge du Goûter a été fermé par arrêté municipal à deux reprises : du 18 au 31 juillet et du 6 au 19 août. Malgré l'initiative de prolonger la période d'ouverture du refuge jusqu'au 15 octobre afin de profiter des bonnes conditions de neige de l'automne, la fréquentation du refuge a toutefois diminué de 17 % par rapport à la moyenne de la période 2012-2014 ; soit une baisse de 1348 nuitées. En lien avec les mauvaises conditions de la traversée du grand couloir et la fermeture du refuge du Goûter, le refuge de Tête Rousse a lui aussi enregistré une forte baisse du nombre de nuitées : -39 %, soit une diminution de 2515 nuitées, qui ne correspond pas à l'évolution de la fréquentation du refuge qui est à la hausse sur l'ensemble de la période (Tab. 7.1, Annexe 7.2).

Le refuge des Conscrits a lui aussi été fortement affecté par les mauvaises conditions en haute montagne liées aux deux périodes de canicules. À partir de mi-juillet, l'ascension du mont Tondu (3196 m) et la traversée des Dômes de Miage (3670 m) *via* l'aiguille de la Bérengère (3425 m) (itinéraire 13, niveau de modification 3, cf. Article 3), les deux principales courses d'alpinisme réalisées à partir du refuge, étaient difficilement réalisables (comm. orale C. Mattel, gardienne du refuge des Conscrits, 04/03/2016). Concernant le mont Tondu, la majorité de l'itinéraire était exposée à des chutes de pierres et le glacier du mont Tondu était difficile à traverser car devenu plus raide suite au retrait de son front. De plus, la surface de ce glacier a été « en glace » dès la mi-juillet (Fig. 7.3-A). Aussi, cet itinéraire coté « Facile » est devenu nettement plus difficile et plus exposé qu'en temps normal, obligeant la gardienne à déconseiller cette ascension aux alpinistes. Pour la traversée des Dômes de Miage – aiguille de la Bérengère, un écroulement rocheux au niveau de l'aiguille de la Bérengère survenu fin juillet a rendu le passage beaucoup plus difficile et très exposé aux chutes de pierres. Un secours effectué par le PGHM a d'ailleurs été nécessaire à cet endroit-là. L'ascension des Dômes de Miage devait alors se faire en aller-retour par le glacier de Trè-la-Tête, plus crevassé que les années précédentes (Fig. 7.3-B), ce qui a rendu la course beaucoup moins attractive car plus longue et moins logique. Les autres courses d'alpinisme accessibles depuis le refuge ont été dans leur ensemble très peu fréquentées car « en glace » très tôt dans la saison et exposées à des chutes de pierres plus fréquentes qu'habituellement, notamment dans certains passages clés. D'autre part, les fermetures du refuge du Goûter et les mauvaises conditions du Grand Couloir ont rendu impossible la traversée Dômes de Miage – Aiguilles de Bionnassay – Dôme du Goûter au départ du refuge des Conscrits. De plus, l'accès au mont Blanc étant presque impossible pendant une partie de la saison, les ascensions des Dômes de Miage comme course de préparation à l'ascension du mont Blanc ont également été annulées (comm. orale C. Mattel, gardienne du refuge des Conscrits, 04/03/2016).

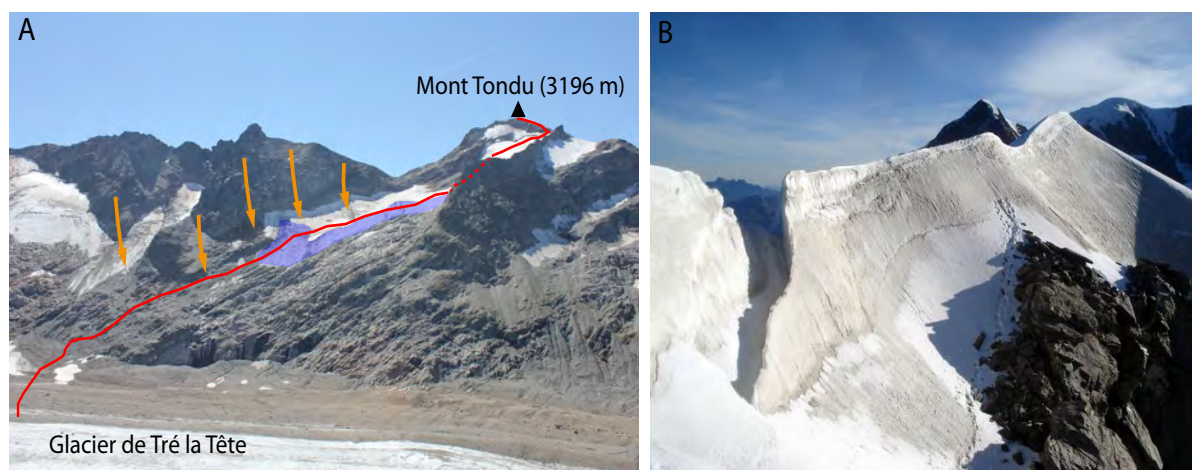


Figure 7.3. A. Voie normale d'ascension du Mont Tondou (3196 m) le 26/08/2015. La voie est très exposée aux chutes de pierres (flèches oranges) et la surface du glacier est en grande partie en glace (à plat bleu). B. Importante crevasse sur l'arête des Dômes de Miage le 27/08/2015.

Ces mauvaises conditions en haute montagne liées aux deux périodes de canicule du mois de juillet ont fortement affecté la fréquentation du refuge des Conscrits qui a enregistré une diminution du nombre de nuitées de 28 % ; soit une baisse de 1291 nuitées (Tab 7.3). Économiquement, cette saison fut donc difficile pour la gardienne qui n'a pas pu se dégager de salaire. La fréquentation du refuge pour le repas de midi a également baissé, notamment au mois de juillet. D'après la gardienne, cela est dû aux fortes chaleurs dans la vallée qui n'ont pas rendu la haute montagne attractive, au profit d'autres activités notamment aquatiques. Cette dernière remarque rejoint les conclusions formulées par Probstl et Damm (2008) et Probstl-Haider *et al.* (2015) (*cf.* : Chapitre 3)

Les refuges des Cosmiques, de Durier, du Requin, du Couvercle et de l'A Neuve ont eux aussi enregistrés une diminution du nombre de nuitées, respectivement de 3, 5, 13, 21, 11 et 9 % (Tabl. 7.3). Des informations complémentaires concernant notamment les conditions d'accès aux refuges et aux voies d'alpinisme seraient nécessaires pour expliquer cette baisse de fréquentation. Les gardiens notamment des refuges de Durier, du Requin et du Couvercle n'ont pas été en mesure d'expliquer cette baisse de fréquentation, considérant leurs connaissances et leur expérience du refuge trop limitée (Annexe 7.1).

Pour les refuges des Grands Mulets, de Saleina et d'Argentière, la variation du nombre de nuitées en 2015 par rapport à la moyenne de la période 2012-2014 (Tab. 7.3) est en cohérence avec leur variation de fréquentation moyenne annuelle sur l'ensemble de la période 1999-2016 (Tab 7.2). Par conséquent, on peut estimer qu'ils n'ont pas particulièrement été affectés par les effets du changement climatique ou qu'un autre facteur (ski de printemps, randonneurs, etc.) a compensé une éventuelle baisse de la fréquentation par les alpinistes l'été.

Les refuges de l'Envers des Aiguilles, d'Albert 1er, de Leschaux, d'Orny, de Trient ont quant à eux vu leur fréquentation augmenter de respectivement 17, 16, 27, 26 et 9,5 % (Tab 7.3). Une hypothèse qui permettrait d'expliquer cette augmentation est la suivante : les courses d'alpinisme qui concernent

ces refuges n'auraient pas été trop affectées par les fortes chaleurs de l'été 2015. Cette hypothèse est particulièrement plausible pour le refuge de l'Envers des Aiguilles qui donne principalement accès à des voies d'escalades rocheuses, parmi les moins affectées par le changement climatique (Fig. 7.4 ; cf. : Article 3). Un phénomène de report de la fréquentation vers les secteurs les moins affectés se mettrait ainsi en place, d'autant plus que les périodes caniculaires se caractérisent par des conditions météorologiques favorables à la pratique. Cette hypothèse est appuyée par le fait que ce sont principalement les refuges donnant accès à des courses de neige et de mixte qui ont vu leur fréquentation diminuer le plus face aux fortes chaleurs de l'été 2015. À l'inverse, les refuges donnant plutôt accès à des courses de rocher, souvent d'un niveau technique requis plus élevé, ont été moins affectés. Ce constat suggérerait que les alpinistes ayant un haut niveau technique sont moins affectés par les effets du changement climatique, ou s'adaptent plus facilement, que les alpinistes de niveau plus modeste qui réalisent des courses plutôt en neige et techniquement plus faciles. Ceux-ci auraient dès lors plus de mal à s'adapter. Cette hypothèse irait par ailleurs dans le sens des études de Bourdeau (2014) et de Probst-Haider *et al.* (2016).

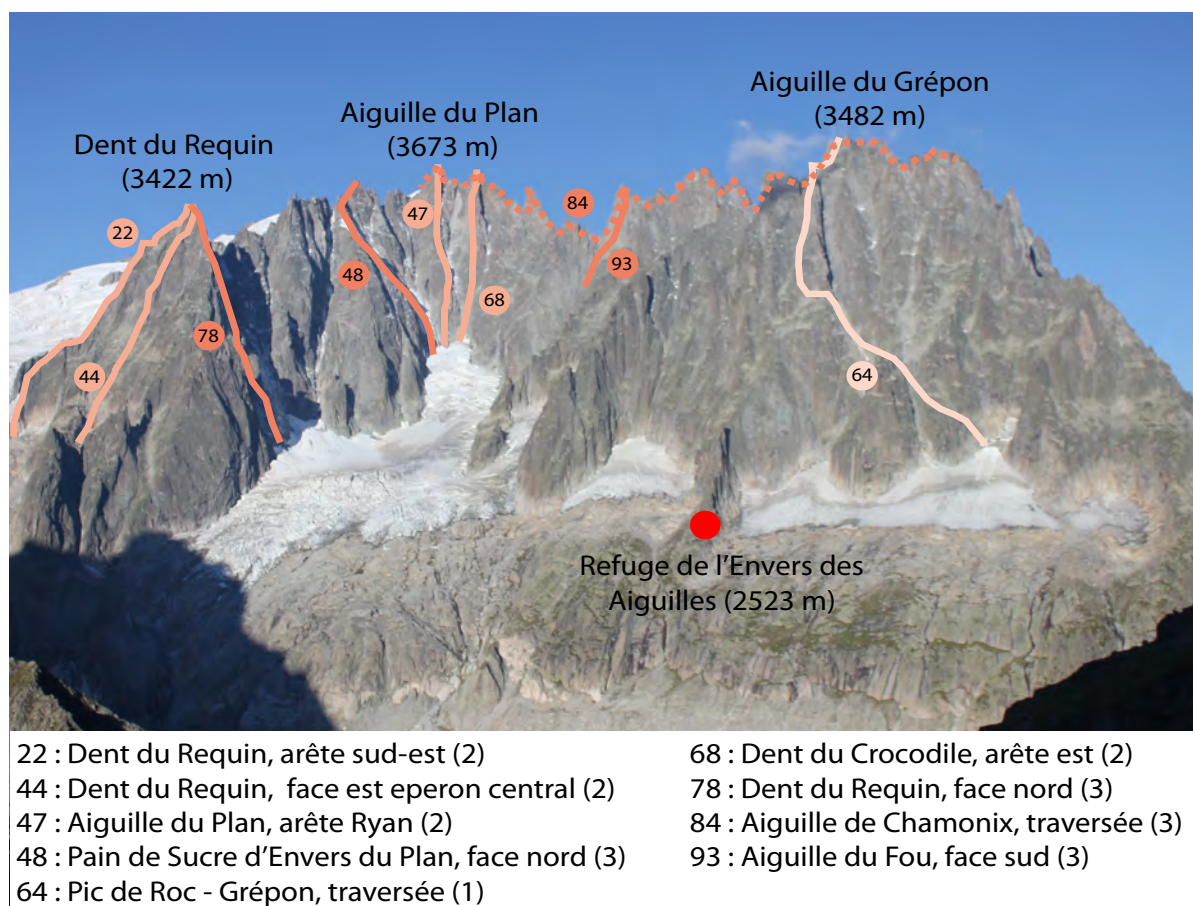


Figure 7.4. Vue du secteur de l'Envers des aiguilles de Chamonix le 09/09/2015. Les courses incluses dans l'Article 3 sont indiquées. On remarque que les voies rocheuses (itinéraires numéro 22, 44, 47, 64, 68, 84, 93) présentent les niveaux de modification indiqués entre parenthèses les plus faibles, à l'inverse des voies en neige/glace (48, 78).

Encadré 7.2. Le cas de l'été caniculaire de 2003

Pour l'été 2003, la diminution en terme de nuitées par rapport à la moyenne des trois années précédentes est la quatrième plus importante (-5,3 % soit -3302 nuitées), après 2004, 2015 et 2011 (Fig. 7.2). Cette baisse est principalement liée à une diminution du nombre de nuitées pour les refuges du Requin (-32 %), de Tête Rousse (-23 %), du Goûter (-21 %), et Albert 1er (-10 %), ce qui concorde avec le cas de 2015. La baisse de fréquentation qu'enregistrent ces refuges étant très importante par rapport à leur évolution sur l'ensemble de la période 1999-2016, on peut émettre l'hypothèse que les effets de la canicule sur les conditions de la haute montagne sont un facteur explicatif. Cependant, il n'est pas possible d'affirmer avec certitude que la canicule en est l'unique responsable face à un manque d'informations sur l'état des voies d'alpinisme. Par ailleurs, le refuge des Conscrits, très affectés en 2015 par la canicule enregistre à l'inverse une hausse de sa fréquentation de 9 % en 2003. On peut émettre l'hypothèse que, cette année-là, les conditions sur la traversée des Dômes de Miage et du mont Tondu sont restées relativement bonnes et que le refuge a plutôt tiré profit des périodes de beau temps stable. De nouveaux entretiens seraient nécessaires pour étudier cette question.

7.3.3. Adaptation des gardiens – Les cas des massifs du Mont Blanc et des Écrins

Face à la diminution de leur fréquentation, certains refuges essaient de trouver des stratégies et de renouveler leur offre pour attirer une nouvelle clientèle, principalement de randonneurs et ouvrir le refuge aux Accompagnateurs en Montagne (AMM). Cela se traduit par la rénovation ou l'ouverture de nouveaux sentiers accessibles évitant les zones glaciaires. Le gardien du refuge du Pelvoux (2700 m, Écrins) envisage par ailleurs de ré-ouvrir l'ancien itinéraire des Rochers Rouges, l'ascension classique par le couloir Coolidge étant de plus en plus exposée aux chutes de pierres (Graff, 2015). La gardienne du refuge des Évettes (2590 m, Haute Maurienne) essaie de développer des offres et des itinéraires pour les AMM et aimerait rendre les repas de midi plus attractifs (comm. orale J. Gossay ; gardienne). Dans le bassin de la Mer de Glace, le sentier des balcons de la Mer de Glace qui relie les 5 refuges du secteur avait aussi été mis en place à destination principalement des randonneurs aguerris afin de redynamiser les refuges dont la fréquentation était en baisse. L'ouverture de nouvelles voies d'escalade sportive et d'écoles d'escalade est un autre moyen envisagé pour attirer des clients dans les refuges (refuge d'Argentière par exemple).

L'innovation se fait en outre par le développement de sites internet et de divers moyens de communication/publicité afin de relancer l'attractivité et d'informer en temps réel sur les conditions de la montagne. L'objectif est de se rendre plus visible et de mettre en valeur toutes les activités qu'il est possible de pratiquer à proximité. Par exemple, dans les Écrins, le gardien du refuge du Pelvoux, D. Haxaire, a beaucoup communiqué sur les voies d'escalade à proximité du refuge pour offrir de nouvelles possibilités aux alpinistes qui fréquentent classiquement ce refuge pour l'ascension du Pelvoux par le couloir Coolidge, ce dernier étant en mauvaises conditions de plus en plus tôt dans

la saison. Cette approche a permis d'accroître la fréquentation du refuge (com. orale M. Marcuzzi ; Ingénieur d'étude, programme Refuges Sentinelles). Certains refuges organisent jusqu'à des soirées, des concerts et des événements en tous genres (conférences, etc.) pour attirer une clientèle non alpiniste qui ne serait pas montée au refuge habituellement.

7.3.2. Limites de l'étude et perspectives de recherche

Cette étude nécessiterait un travail plus approfondi que celui qui a pu être réalisé à l'occasion de ce travail doctoral. Nombre de questions restent ainsi en suspens, dont l'origine de la diminution de la fréquentation en 2004 (-7 % par rapport à la moyenne des trois années précédentes). La météo n'était pas particulièrement mauvaise, il n'y a pas eu de canicules et l'enneigement hivernal était conforme aux normales saisonnières (données MétéoFrance). Ce constat montre que d'autres facteurs, déterminants pour la fréquentation des refuges de haute montagne, doivent encore être identifiés et pris en compte pour évaluer le plus précisément possible la part climatique de l'évolution de la fréquentation des refuges de haute montagne.

D'autre part, les effets des canicules de 2003, de 2015 et de 2017 ou encore 2018 sont-ils les mêmes sur la fréquentation des refuges ? Chaque canicule aurait-elle des effets plus ou moins importants sur la fréquentation des refuges notamment en fonction de leur date de survenue (début ou fin de saison) ? Une typologie (altitude, type de clientèle, type et difficulté des voies auxquelles il donne accès, etc.) des refuges pourrait-elle être réalisée en considérant leur vulnérabilité face aux impacts du changement climatique ? De plus, comme expliqué dans l'Article 3, un itinéraire fortement affecté par le changement climatique peut rester très fréquenté. Cela pousse à identifier plus précisément les facteurs explicatifs des variations de fréquentation.

L'ensemble de ces questions implique un besoin de davantage de données quantitatives et qualitatives. L'analyse de l'évolution du nombre de nuitées dans les refuges sur une période plus importante permettrait par exemple de mieux comprendre la diminution en cours notamment en identifiant la période où celle-ci a débuté. De nouveaux entretiens seraient de plus nécessaires pour identifier en détail les différents facteurs qui expliquent les variations interannuelles du nombre de nuitées par refuge et pour faire la part entre l'évolution liée au changement climatique et la part liée à des facteurs socio-économiques et culturels dus à l'évolution des pratiques touristiques sur la période récente (*cf.* : Chapitres 1 et 3). Les changements très réguliers de gardiens impliqueraient de nombreux entretiens pour couvrir une période longue.

Enfin, des évaluations statistiques plus approfondies (taux de remplissage, analyse de l'écart par rapport à une moyenne de référence et identification de schéma de fréquentation, etc.) permettraient d'obtenir des résultats plus précis et de limiter les biais et limites liés à la nature de la donnée de base.

Encadré 7.3. Quand le refuge lui-même est menacé par le changement climatique

Dans les Alpes occidentales, on recense quatre cas de refuge (Cosmiques, Pilatte, Carrel, Promontoire) endommagé par les impacts du changement climatique. En 1998, une partie du refuge des Cosmiques (3613 m, massif du Mont Blanc) a perdu ses points d'appui au sud à la suite d'un écoulement de 600 m³ survenu le 22 août 1998 (Fig. 7.5 ; Ravanel *et al.*, 2013). La stabilité d'une partie du bâtiment n'était alors plus assurée que par la cohésion d'ensemble de l'infrastructure. Le refuge a été fermé pendant 8 mois et 120 pieux ont été installés pour stabiliser l'infrastructure (Ravanel *et al.*, 2013).

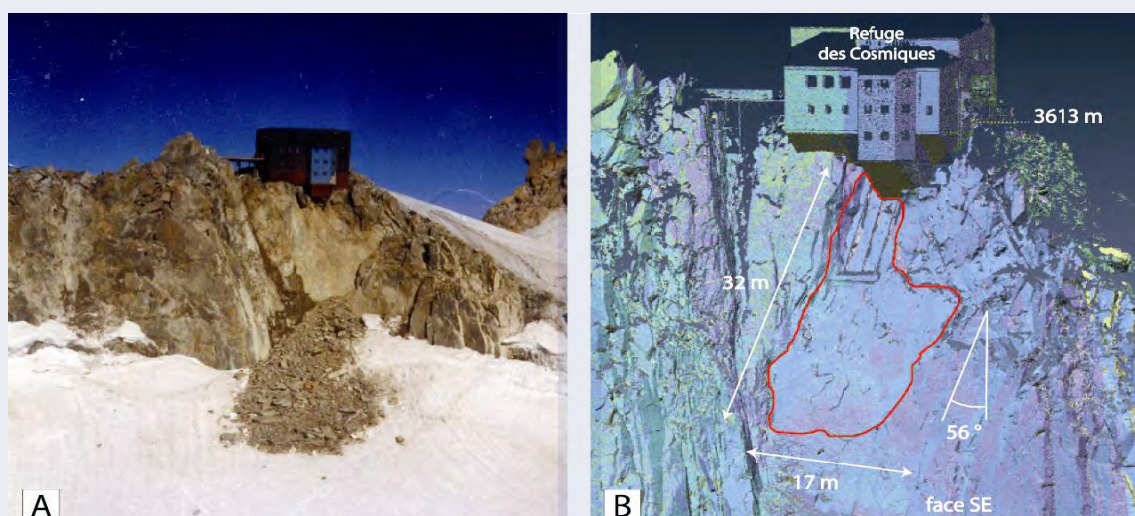


Figure 7.5. A. Cicatrice et dépôt de l'écroulement des Cosmiques du 22 août 1998 (600 m³) (ph. : A. Sage). B. Dimensions de la cicatrice d'écroulement mesurées sur un modèle 3D à haute résolution acquis par balayage laser terrestre (Ravanel *et al.*, 2013).

Dans les Écrins, le refuge de la Pilatte a été endommagé à travers un mouvement de décompression post-glaciaire du versant depuis le début des années 2000 (cf. : Chapitre 2) tandis que le refuge du Promontoire a été endommagé par des chutes de blocs le 30/08/2017 à la suite desquelles il est resté fermé pour le reste de la saison, le temps que des travaux de purge soient réalisés. Enfin, le refuge Jean Carrel (3835 m, Italie) au Cervin a aussi nécessité des travaux de consolidation de ses fondations à la suite d'un écoulement survenu le 19 août 2003 (Fig. 7.6). L'installation de filets et la consolidation



Figure 7.6. Installation de filets et rénovation des fondations du refuge Carrel (3835 m, Italie ; Vuilleumier, 2014).

du soubassement du refuge ont coûté 180 000 € (Piccardi *et al.*, 2014). En outre, une variante de la voie normale italienne d'ascension du Cervin a dû être ouverte et équipée. Le coût de l'intervention a été de 10 000 €. Il est aussi à noter que les impacts du changement climatique peuvent poser des problèmes pour le fonctionnement du refuge et notamment pour son accès à l'eau. De nombreux névés ayant disparu, certains gardiens doivent aller chercher de l'eau de plus en plus loin pour approvisionner leur refuge comme aux refuges de l'Envers des Aiguilles, de la Charpoua et de Robert Blanc.

Conclusion du Chapitre 7

Sur l'ensemble de la période étudiée (1999-2016), le nombre de nuitées dans les refuges de haute montagne du massif du Mont Blanc est en nette diminution. Il est cependant difficile d'identifier la part des impacts du changement climatique dans cette diminution. En effet, dans certains cas et certaines années, lorsque les conditions pour la pratique de l'alpinisme sont particulièrement mauvaises, le changement climatique est effectivement un facteur qui contribue à expliquer la diminution parfois importante de la fréquentation des refuges. Cependant, ce constat ne peut pas être généralisé et n'est pas applicable à l'ensemble des refuges et pour toutes les saisons. Dans certains cas, des itinéraires très affectés par le changement climatique voient même leur fréquentation augmenter, notamment s'il s'agit d'itinéraires emblématiques. Inversement, des itinéraires peu affectés par le changement climatique perdent leurs popularités pour des raisons socio-culturelles (*cf.* : Article 3). Aussi, un travail plus approfondi serait nécessaire pour mieux identifier et comprendre les différents facteurs à l'origine de cette baisse de fréquentation et mieux évaluer l'incidence climatique. L'utilisation de capteurs pyroélectriques pour affiner l'étude de la fréquentation de la haute montagne par les alpinistes et leur adaptation aux impacts du changement climatique sera discutée dans le chapitre suivant.

