

# Alpinisme et Changement Climatique :

Synthèse des connaissances  
actuelles et réflexion sur la  
mise en place d'un outil de  
collecte et de diffusion des  
conditions



SYNDICAT NATIONAL  
**GUIDES DE  
MONTAGNE**

# Sommaire

1. Historique et évolution de la pratique de l'alpinisme et du métier de guide de haute montagne ..... p 4
2. Impacts du changement climatique sur les itinéraires d'alpinisme dans les Alpes ..... p 6
3. Les perceptions et adaptations des guides de haute montagne face au changement climatique..... p 14
4. Réflexion sur la mise en place d'un outil de collecte et d'échange des conditions en haute montagne ..... p 17



# Avant-propos

L'alpinisme est l'une des pratiques les plus affectées par le changement climatique en raison de l'évolution des milieux physiques de haute montagne. Certains itinéraires ont disparu, d'autres sont plus difficilement fréquentables en été en raison de l'exposition à des aléas d'origine géomorphologique, de l'augmentation des difficultés techniques de certains itinéraires, ou du changement de la saisonnalité des conditions optimales de fréquentation des itinéraires. Plusieurs études ont déjà traité le sujet, en analysant notamment les impacts du changement climatique sur la pratique de l'alpinisme et l'adaptation de ses pratiquants. À travers ce document, nous reviendrons sur des études récentes s'intéressant aux évolutions des itinéraires au cours des dernières décennies dans le massif du Mont-Blanc, des Écrins, les Alpes Valaisannes ainsi qu'un répertoire des 25 courses les plus fréquentées par les guides français. Une cartographie des processus géomorphologiques et glaciologiques affectant les itinéraires d'alpinisme a été réalisée pour 124 courses réparties dans les massifs cités précédemment. L'ensemble de ces études couplées aux connaissances en glaciologie et sur les aléas rocheux nous permettent d'avoir un état de la connaissance conséquent des effets du changement climatique sur la pratique de l'alpinisme permettant d'accompagner les alpinistes dans leur démarche d'adaptation

C'est dans ce contexte qu'intervient le projet "Regards d'altitude". Le SNGM souhaite mettre en relation les connaissances scientifiques ainsi que les pratiques professionnelles des guides afin de faciliter l'échange et la collecte de données d'observations factuelles de terrain. L'objectif est d'aider à la préparation et au choix des courses fréquentées en période estivale. À l'inverse, la collecte de ces données permettra d'alimenter une base de données alimentant la recherche scientifique. Ainsi, ce document a pour objectif de retracer et synthétiser les connaissances sur le changement climatique et l'alpinisme et de proposer un outil de capitalisation des observations de terrain et de diffusion des conditions. Dans une première partie, nous aborderons les impacts du changement climatique sur les itinéraires d'alpinisme en développant également les aléas d'origine glaciaire et rocheux. La deuxième partie sera consacrée à l'historique et à l'évolution de la pratique de l'alpinisme et des guides de haute montagne. La section suivante traitera des perceptions et adaptations des guides de haute montagne face au changement climatique. Enfin, la dernière partie proposera un outil de capitalisation des observations de terrain et la mise en place d'une cartographie dynamique bimensuelle.



# 1. Historique et évolution de la pratique de l'alpinisme et du métier de guide de haute montagne

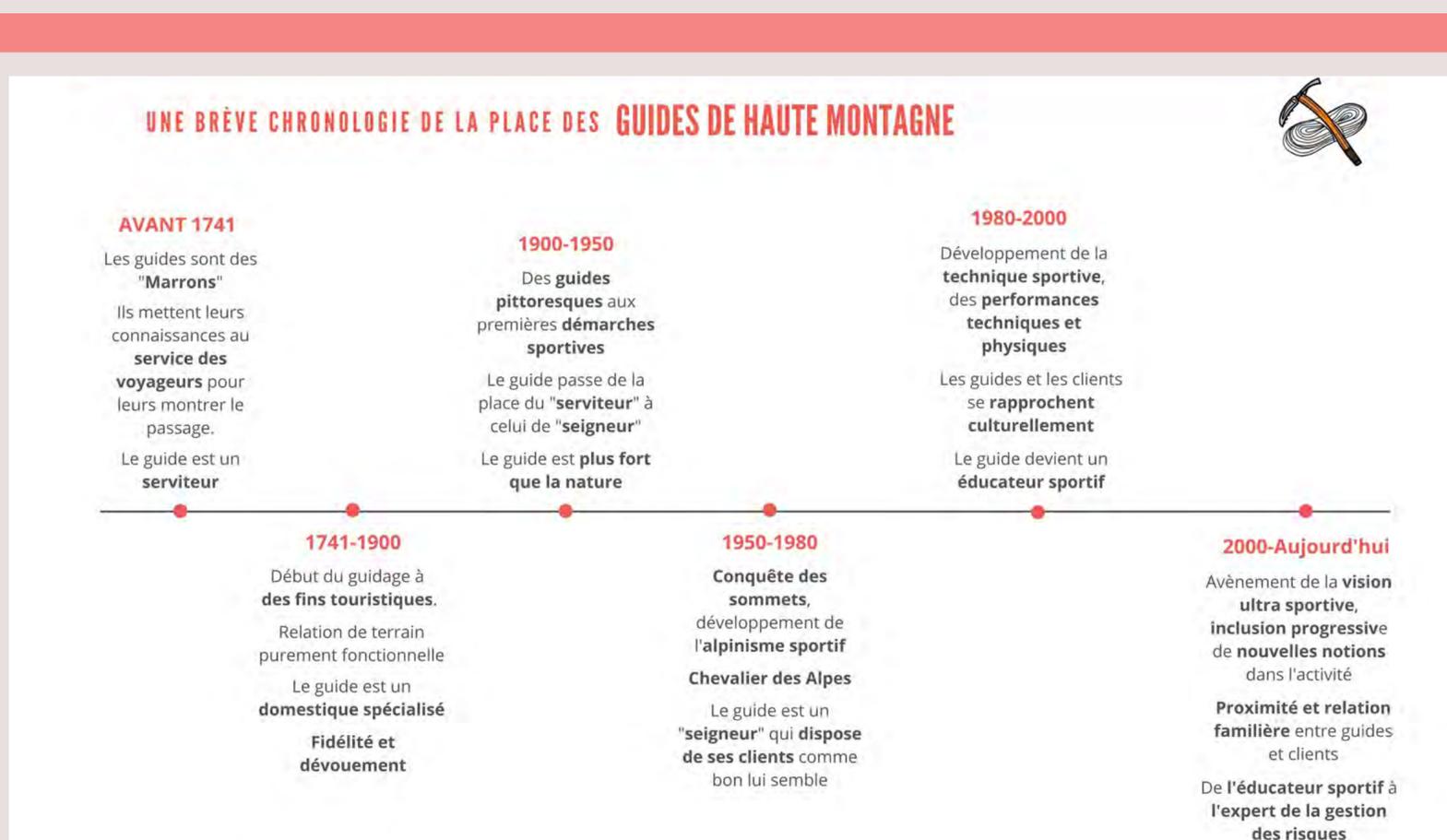
Afin d'appréhender les enjeux associés au changement climatique et à la pratique de l'alpinisme, il est essentiel d'aborder l'historique et l'évolution du métier de guide de haute montagne et des pratiquants afin d'acquérir une vision plus globale.

En effet, la pratique de l'alpinisme et le métier de guide de haute montagne ont toujours évolué. Durant les deux derniers siècles, l'alpinisme a été décrit et expliqué sur la base de variables socio-économiques et culturelles telles que l'évolution du matériel, des techniques, des loisirs mais également idéologiques avec des notions d'héroïsme et de nationalisme variables selon les époques.

Jusqu'au XX<sup>ème</sup> siècle, le rôle du guide est de mener les touristes jusqu'à des lieux pittoresques tels que la Mer de Glace et apparaît comme serviteur au service de son client, lequel a généralement le dernier mot sur les décisions.

C'est au cours du XX<sup>ème</sup> siècle que la relation guide/client évolue. Une vision davantage sportive où le guide devient un ouvrier des cimes, se détachant peu à peu des travaux de la terre pour devenir un artisan du sport, spécialiste de l'itinéraire et de la conquête des sommets. Depuis 1950, la mise en exergue du niveau technique, de la performance physique, de l'engagement, associée à une valorisation absolue des sommets emblématiques et à la domination de l'homme sur le milieu alpin ont ancré la pratique de l'alpinisme et sont aujourd'hui encore, imprégnés dans la profession du guide de haute montagne.

Cette évolution idéologique de la pratique a été couplée à des conditions très favorables pour l'alpinisme grâce à une crue glaciaire entre 1960 et 1990 et à des parois rocheuses stables. Aujourd'hui, le changement climatique vient remettre en cause ce modèle et devient acteur à part entière de l'évolution du métier de guide et de la pratique de l'alpinisme. En effet, les milieux physiques de haute montagne connaissent de profondes mutations qui viennent modifier l'état de ces itinéraires et affectent de manière globale la simplicité d'évolution au sein de ces hauts lieux. Ces évolutions sont décrites dans les deux schémas suivants.



AVANT 1914

### Un modèle diffus entre pratiques montagnardes et pratiques touristiques

<p>Début du guidage à des fins touristiques.</p> <p>Le guide est un domestique spécialisé</p>	<p>Relation fonctionnelle à la montagne pour les habitants des vallées</p> <p>Les guides ne font pas de montagne sans client</p>	<p>La visite de sites "pittoresques" est l'activité principale des touristes en montagne</p> <p>Des limites de progression liées au matériel et aux techniques d'alpinisme</p>	<p>La vision des premières ascensions issues de l'âge d'or (1865) de l'alpinisme correspond à une pratique minoritaire de la montagne</p>
---	--	--	---

ENTRE DEUX-GUERRES

### CRISE DU TOURISME PITTORESQUE

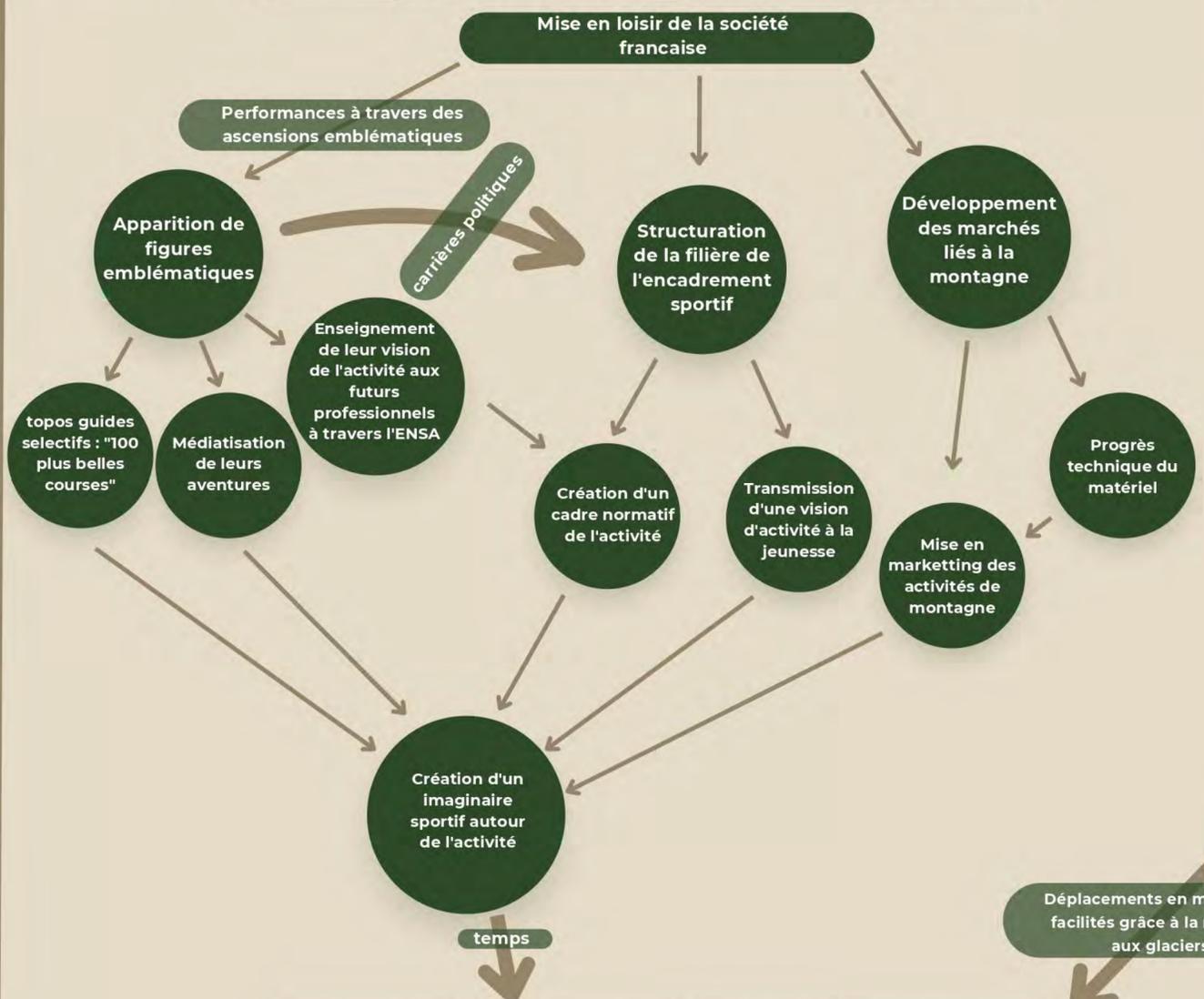
<p>Le nombre de guides de haute montagne est divisé par deux.</p>	<p>Création de nouvelles institutions qui mettent en avant la performance technique (GHM)</p>
---	---

SECONDE GUERRE MONDIALE

### Une nouvelle organisation de l'activité après la seconde guerre mondiale

TEMPS

1945-2003

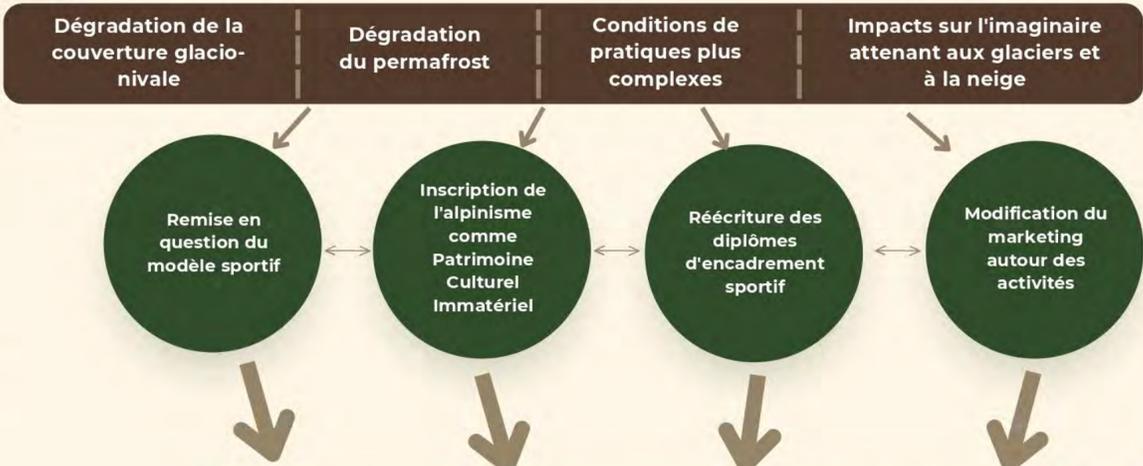


Des changements d'états du milieu depuis la fin du Petit Age Glaciaire

Délais de latence  
Crue glaciaire et persistance de la couverture nivale excédentaire entre 1960 et 1990

CANICULE DE 2003

### CHANGEMENT CLIMATIQUE

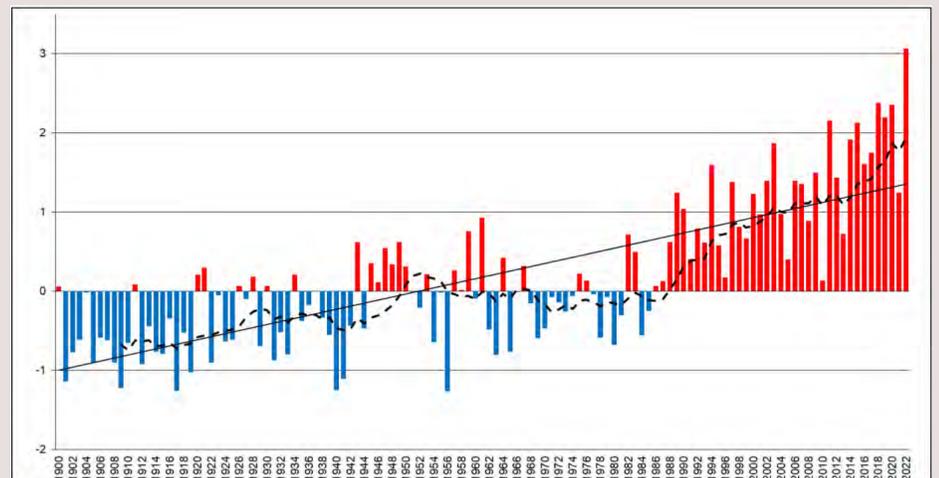


Compréhension scientifique des phénomènes en cours :  
25 nouveaux processus en lien avec le changement climatique peuvent affecter les itinéraires de montagne  
En moyenne les itinéraires emblématiques de haute montagne sont affectés par 9 de ces 25 processus

### Vers un nouveau modèle d'activité ?

# 2. Impacts du changement climatique sur les itinéraires d'alpinisme dans les Alpes

Les Alpes font partie des régions les plus sensibles au changement climatique. La température moyenne annuelle de l'air dans les Alpes françaises a augmenté de 1,5 °C à 2,1 °C entre 1950 et 2014, avec une nette accélération depuis les années 1990.



Écarts des températures moyennes annuelles (en °C) de 1900 à 2022 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes françaises

Source : AGATE

De nombreux phénomènes géomorphologiques et glaciologiques (glaciers plus raides et plus rapidement déneigés, augmentation de la fréquence des déstabilisations rocheuses, chutes de séracs plus fréquentes, crevasses plus ouvertes, etc) en découlent, impactant et complexifiant la pratique de l'alpinisme.

Ces dernières années, plusieurs études se sont attachées à définir les impacts du changement climatique sur la pratique de l'alpinisme. Le massif du Mont-Blanc et des Ecrins, les Alpes Valaisannes et un répertoire des courses les plus fréquentées par les guides français ont servis de territoires d'étude. 25 processus (voir ci-joint) géomorphologiques et glaciologiques impactant les itinéraires alpins et liés au changement climatique ont été identifiés à travers ces études. Ces phénomènes ont généralement un impact sur l'augmentation des dangers objectifs et des difficultés techniques d'un itinéraire et sur la période optimale d'ascension.

En moyenne, et sur l'ensemble des secteurs étudiés, un itinéraire est affecté par 9 processus différents tels que les chutes de pierres, l'augmentation de la pente des glaciers, le retrait glaciaire, l'apparition de dalles lisses ou la chute de séracs. En d'autres termes, un alpiniste tentant de gravir l'un de ces itinéraires doit considérer et potentiellement adapter son comportement à, en moyenne, 9 processus différents liés au changement climatique.

Légende.		
Modification géomorphologiques et glaciologiques des voies d'alpinisme		
Contexte topographique et glaciologique	Processus affectant et modifiant les itinéraires	Figurés
Marges glaciaires	Retrait glaciaire ; apparition du substratum rocheux, de tills ou de moraines	
	Augmentation de la fréquence des déstabilisations rocheuses dans les secteurs récemment désenglacés	
	Accroissement de l'angle de pente des moraines	
	Augmentation de la fréquence des déstabilisations rocheuses dans les moraines	
	Formation de lacs proglaciaires	
	Développement de torrents en zones proglaciaires - associés dans certains cas à des laves torrentielles	
Glaciers	Surfaces plus souvent déneigées	
	Accroissement de l'angle de pente	
	Développement d'une couverture détritique	
	Apparition de nouvelles zones de crevasses	
	Crevasses et rimayes plus ouvertes/visibles	
	Ruptures du front de glaciers tempérés plus fréquentes	
	Chutes de séracs issues de la surface des glaciers plus fréquentes	
	Modification de l'hydrologie supra-glaciaire (nouvelles bédrières ou bédrières plus nombreuses, larges et profondes)	
Chutes / glissements de matériaux rocheux à la surface des glaciers plus fréquentes		
Parois non englacées	Augmentation de la fréquence de déstabilisations rocheuses	
	Écroulements	
	Retrait des couvertures glacio-nivales ou de glaciers suspendus ; apparition du substratum rocheux en général très fracturé	
Couvertures glacio-nivales, glaciers suspendus et arêtes de neige	Fonte plus précoce des couvertures glacio-nivales	
	Surfaces déneigées plus tôt dans la saison ou de manière permanente	
	Accroissement de l'angle de pente	
	Arêtes de neiges plus étroites	
	Rupture du front de glaciers suspendus plus fréquentes	
	Chutes de séracs issues de glaciers suspendus plus fréquentes	

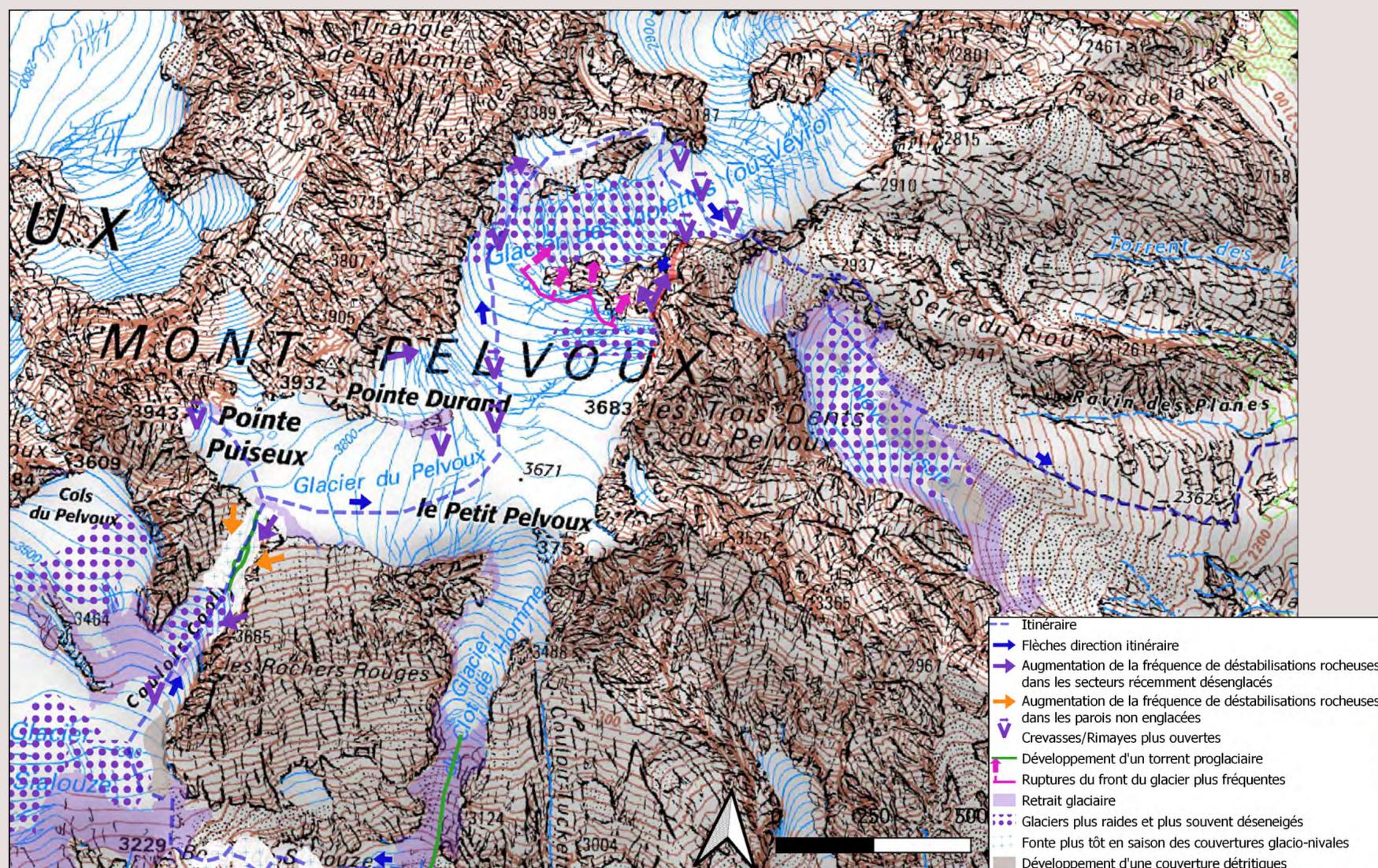
Source : Mourey, 2022

En conséquence, sur les trois zones principales étudiées (Mont-Blanc, Valais, Ecrins), plus d'un tiers des itinéraires sont devenus plus dangereux et plus difficiles et sont infranchissables à certaines périodes de l'année.

De la même manière, 25% des itinéraires étudiés ne sont plus grimpables en été du fait des dangers objectifs, ils sont répertoriés avec un niveau de danger et/ou de difficulté technique excessif.

Certains itinéraires ont également disparu à cause du retrait glaciaire ou d'écroulements rocheux. C'est notamment le cas du Pilier Bonnati aux Drus en 2005.

En parallèle de ces données plus statistiques, une cartographie des processus géomorphologiques et glaciologiques des processus impactant les itinéraires des Alpes a été réalisée. Cette cartographie retrace l'évolution des itinéraires de haute montagne depuis 50 ans et a été produite grâce à des entretiens avec des guides, des gardiens de refuges et autres spécialistes du massif qui ont témoigné des évolutions.



Cartographie des processus géomorphologiques et glaciologiques qui affectent la traversée du Pelvoux par le couloir Coolidge

Source : Arnaud, Cailhol, 2023



## Point infos sur les aléas rocheux et glaciaire

### Aléas glaciaires

Le retrait glaciaire est la conséquence la plus visible du changement climatique dans les paysages de haute montagne. Ce dernier est en très nette accélération depuis les années 1990 et se traduit par quatre modifications principales :

- Un retrait des langues glaciaires. Entre 2003 et 2014 le front de la Mer de Glace a par exemple reculé de 400 mètres;
- Une perte de masse et de volume des glaciers. Les glaciers des Alpes ont perdu 49 % de leur volume entre 1900 et 2011;
- Une perte d'épaisseur des glaciers. Cette perte est bien entendu plus significative dans les zones d'ablation des glaciers que dans les zones d'accumulation à plus haute altitude. Dans le massif du Mont Blanc, à 1900 m d'altitude, la Mer de Glace a perdu 166 m d'épaisseur entre 1890 et 2013 et le glacier d'Argentière, 80 m, entre 1994 et 2013;
- Une remontée de la Ligne d'Équilibre Glaciaire (LEG), limite entre les zones d'accumulation et d'ablation. Cette remontée combinée à une diminution de l'enneigement, implique une diminution en surface et en épaisseur du manteau neigeux à la surface des glaciers. Dès lors, les crevasses apparaissent plus tôt au printemps, les secteurs en glace vive augmentent en été et les ponts de neige sont moins bien formés et plus fragiles.

A l'échelle des Alpes occidentales, les surfaces englacées ont diminué de 30 à 40 % depuis 1850 . Dans les Alpes françaises, les glaciers ont perdu la moitié de leur surface, passant de 544 km<sup>2</sup> à la fin du Petit Age Glaciaire (PAG), à 369 km<sup>2</sup> sur la période 1967-1971 puis 275 km<sup>2</sup> sur la période 2006-2009. Cette perte est plus importante dans les Alpes du Sud que dans les Alpes du Nord. Entre la fin du PAG et la période 2006-2009, les surfaces englacées ont ainsi diminué de 60% dans le massif des Écrins contre 23,6 % dans le massif du Mont Blanc.



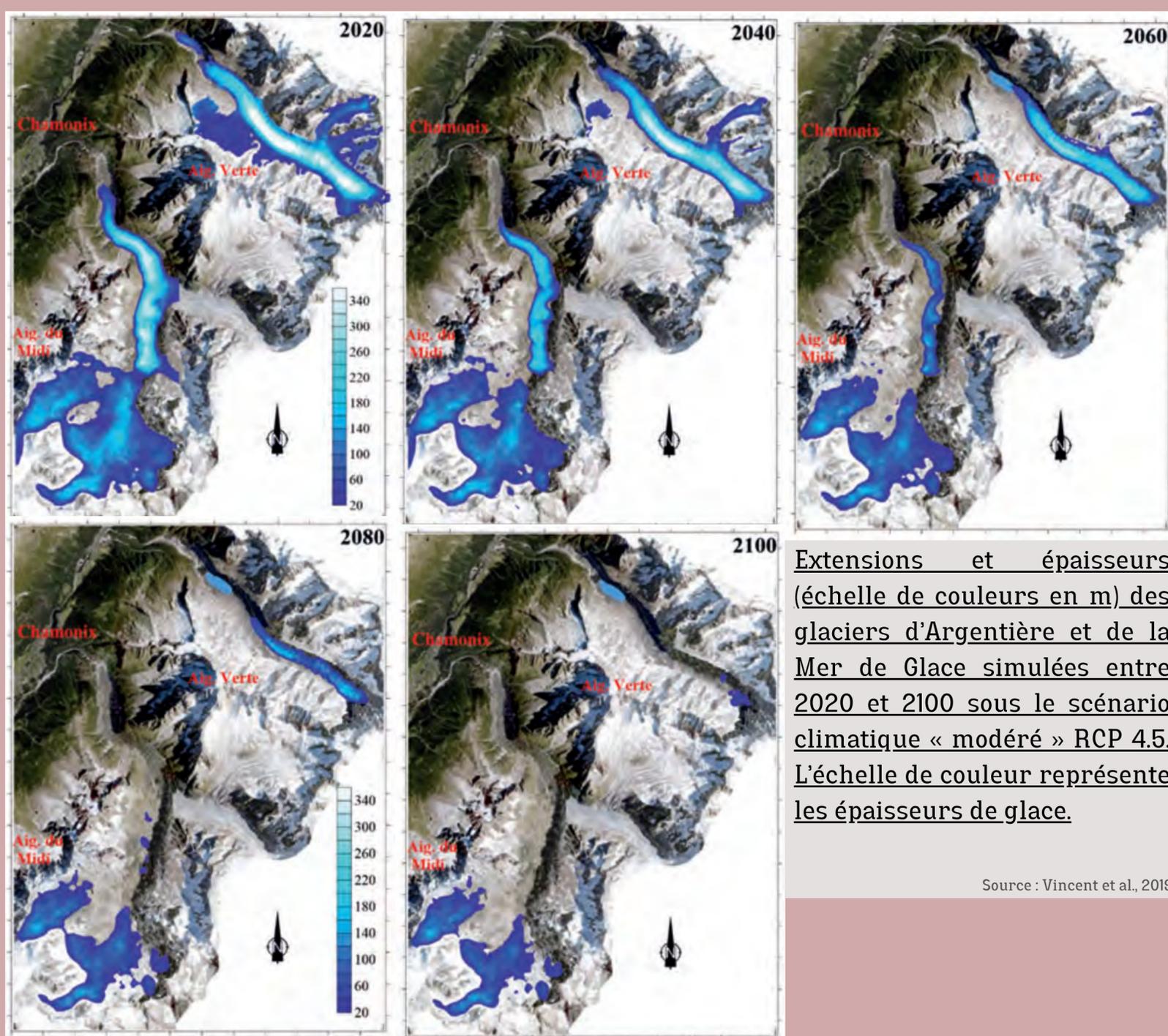
Evolution du front du Glacier Blanc entre 1950 et 2015.

Source : PNE

## Simulations des glaciers d'Argentière et de la Mer de Glace jusqu'en 2100

Une étude récente a mesurée l'évolution des glaciers d'Argentière et de la Mer de Glace jusqu'en 2100 selon un scénario climatique RCP 4.5 (scénario le plus probable, les émissions de gaz à effet de serre diminuent après 2050 et les concentrations se stabilisent vers la fin du XXI<sup>e</sup> siècle).

À partir des années 2040 environ, les projections indiquent que le front du glacier d'Argentière devrait laisser place à un lac et que la Mer de Glace se scinde en deux. Après 2060, environ, cette projection indique que les affluents du glacier d'Argentière (glaciers des Améthystes, du Tour Noir et des Rognons) devraient être totalement déglacés. Enfin, suivant le scénario 4.5, le glacier d'Argentière aurait quasiment disparu vers 2100 et le front du glacier de la Mer de Glace aurait reculé de 7,2 km par rapport à sa position de 2018. Dans les parties les plus hautes, au pied de l'Aiguille du Midi, il resterait près de 150 m d'épaisseur de glace au col du Midi en 2100 (contre 200 m aujourd'hui). En revanche, suivant le scénario RCP 8.5 et le modèle le plus pessimiste, la Mer de Glace devrait quasiment disparaître entre 2090 et 2100.



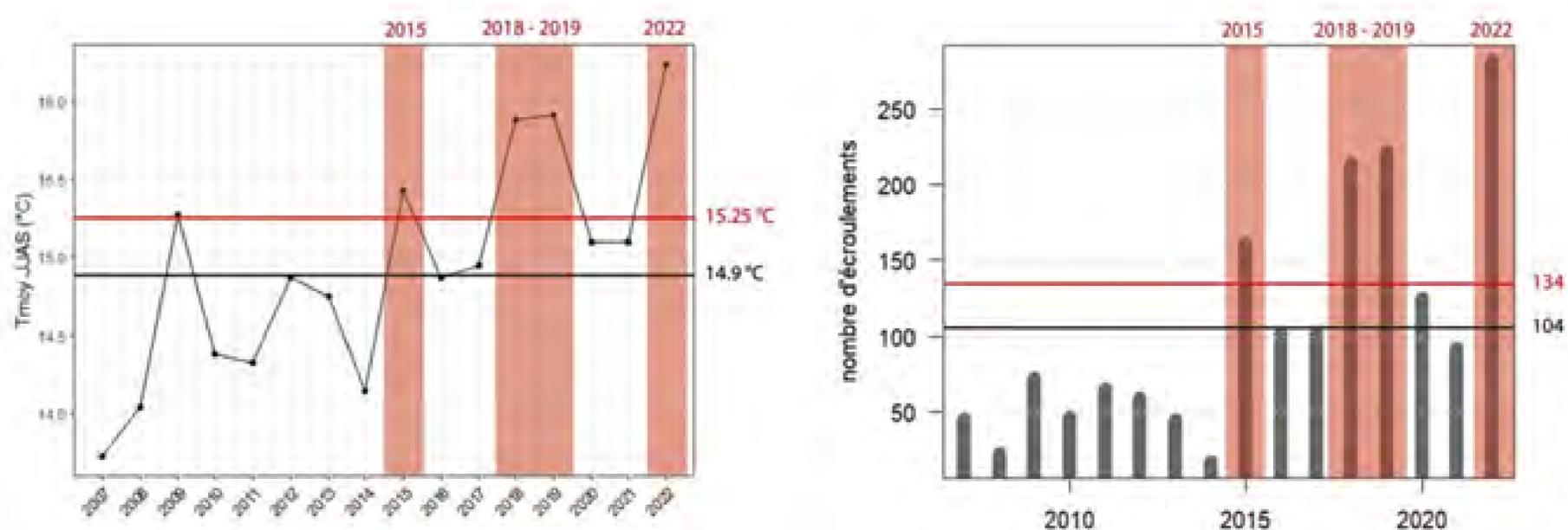
## Les aléas rocheux

Le permafrost caractérise 17 à 19 % des terres émergées. On distingue le permafrost arctique, qui représente 76 % des secteurs à permafrost et le permafrost de montagne dont 70 % de la surface est située entre l'Himalaya, le Karakoram et l'Hindu Kush. Ce permafrost est présent dans tous les principaux massifs de haute montagne du monde, dont les Alpes européennes. Cependant, le changement climatique entraîne son réchauffement à l'échelle du globe. Dans les Alpes, la profondeur du permafrost est très variable en fonction des conditions topographiques locales et du type de terrain. Dans les régions polaires, sa profondeur peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Dans nos massifs, le permafrost est généralement continu (supérieur à 80% de la surface de la paroi) au-dessus de 3300 m en face nord et 3600 m dans les faces sud.

La limite du permafrost discontinu se situe entre 2300 et 2700 m en fonction de l'orientation, ce qui correspond à une température moyenne annuelle de l'air comprise entre -1°C et -2°C. Ces valeurs sont supérieures de 1°C dans les Alpes du Sud.

La dégradation du permafrost, associée à une augmentation des températures de l'air peut fortement compromettre les propriétés géotechniques des terrains et induire différents processus gravitaires tels que des écoulements et éboulements\* rocheux en fonction de la pente et de la nature du terrain. En effet, la résistance de la glace située dans les anfractuosités du terrain est principalement dépendante de la température du terrain. Le réchauffement du permafrost est responsable du déclenchement d'instabilités de versant pouvant mobiliser des volumes jusqu'à plusieurs millions de mètre cubes. Le permafrost est communément admis comme l'élément central de la stabilité des parois rocheuses en altitude.

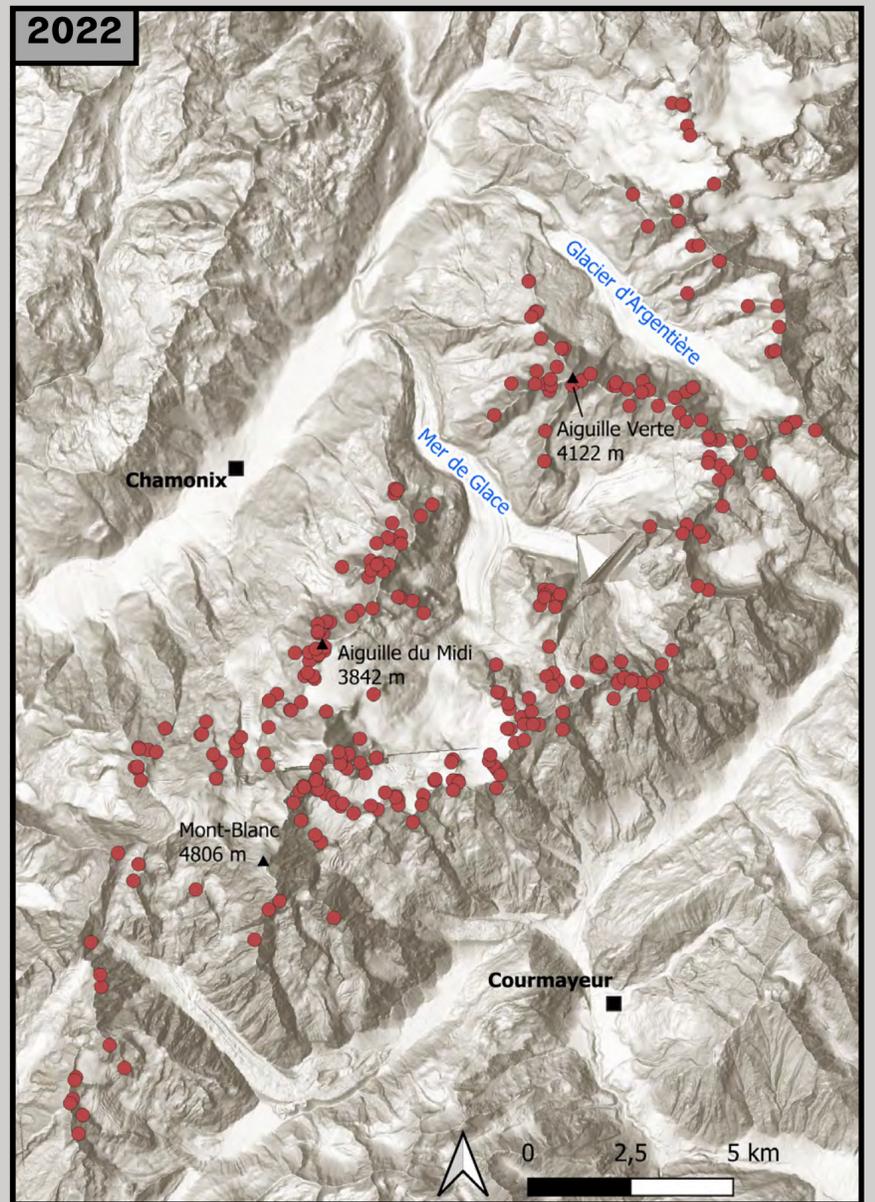
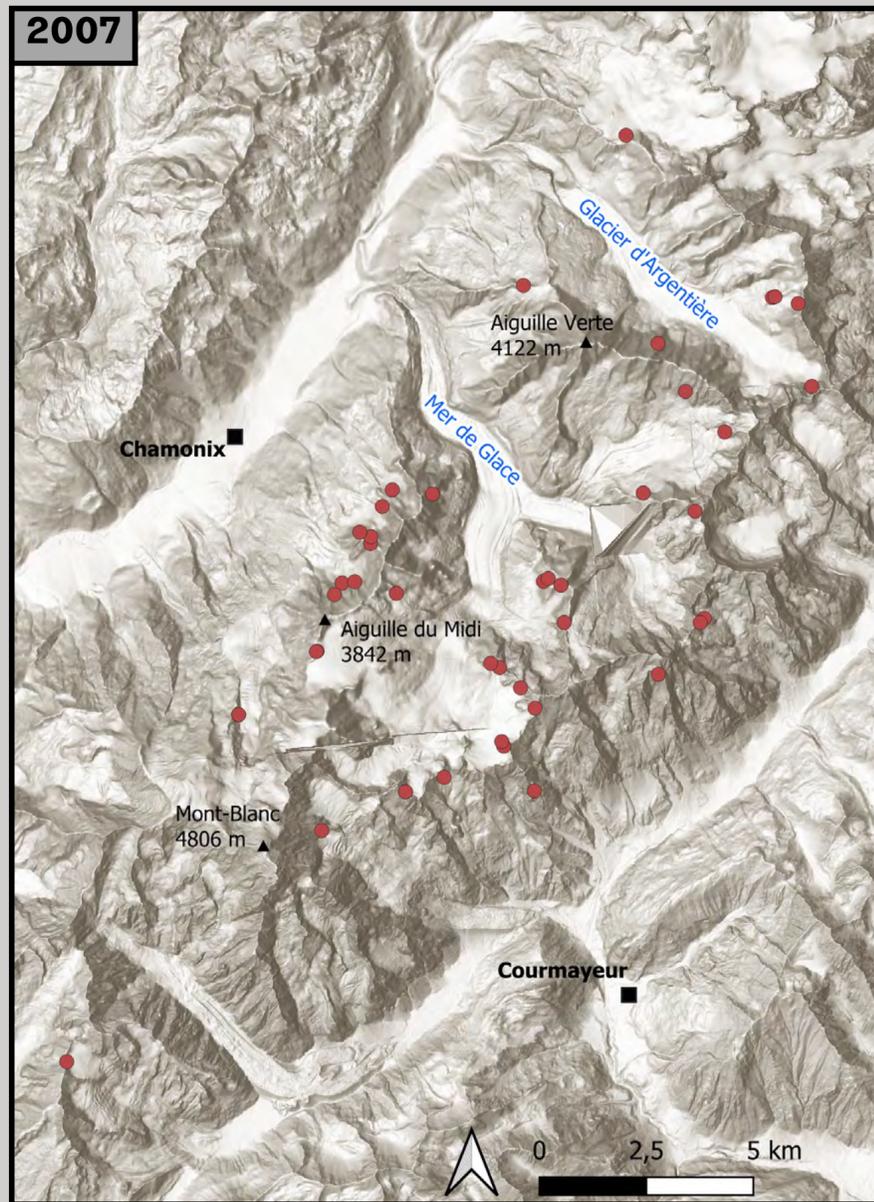
En haute montagne, le lien entre l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de ces processus géomorphologiques et les périodes chaudes a été mis en évidence sur différentes échelles de temps. En effet, les 20 dernières années, la température de l'air à Chamonix a globalement augmenté avec des pics atteints lors de certains étés caniculaires (2015, 2018, 2019 et 2022). Ces années les plus chaudes ont vu leurs fréquences d'écroulements augmenter (très probablement en corrélation avec la dégradation du permafrost). Une inertie se remarque entre le pic de température de l'air (en août), et le pic de fréquence des écoulements (en septembre).



Graphiques présentant les relations entre la température de l'air moyenne pour juin/ juillet/ août/ septembre (graphique de gauche) et le nombre d'écroulements rocheux (graphique de droite)

Source : Jean, 2023

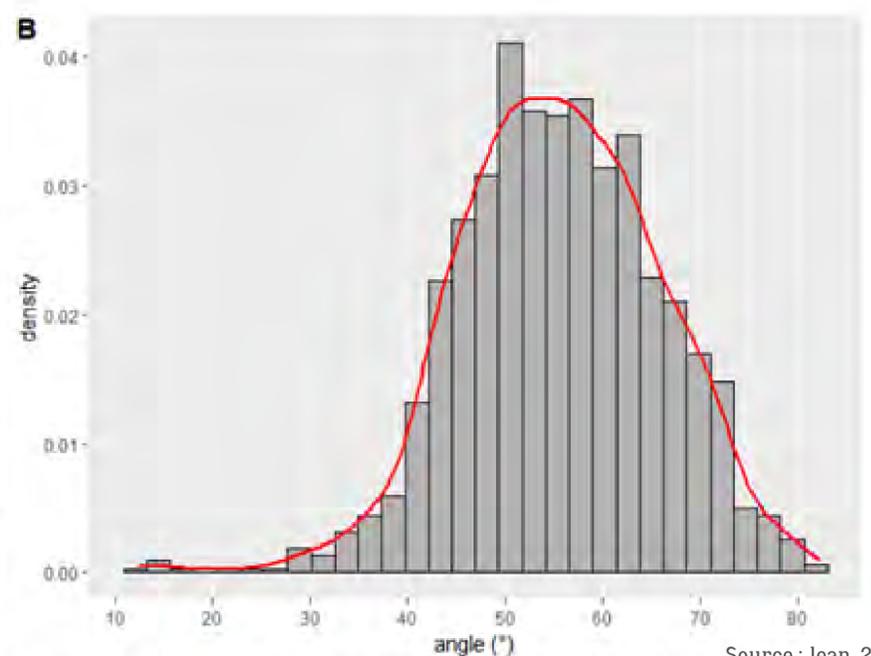
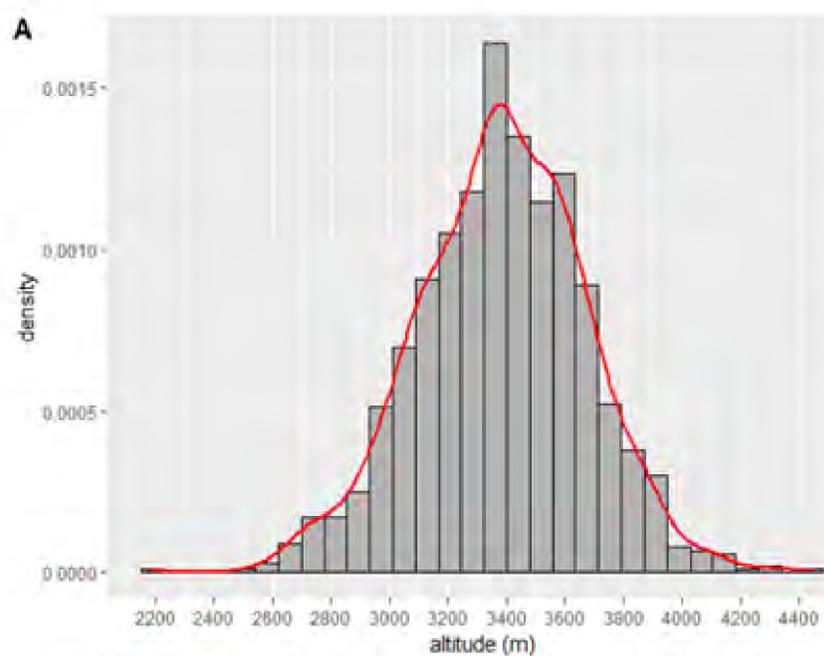
\*Pour rappel, les éboulements rocheux concerne des volumes mobilisés inférieurs à 100 m<sup>3</sup> et les écoulements rocheux concerne des volumes mobilisés supérieurs à 100 m<sup>3</sup>.



Comparaison des écoulements rocheux dans le massif du Mont Blanc pour les années 2007 (50 écoulements) et 2022 (282 écoulements)

Données : Jean, Ravanel

Dans le massif du Mont-Blanc, les altitudes de déclenchement des écoulements rocheux se situent majoritairement entre 3000 et 4000 m avec une moyenne de 3320 m. Les écoulements ont lieu de plus en plus haut en altitude, avec une remontée plus marquée lors des années chaudes de l'altitude maximale à laquelle le permafrost est impacté par la température atmosphérique. Un faible nombre d'écroulements survient en dessous de 3000 m d'altitude, expliqué par une présence moins marquée du permafrost à ces altitudes. De plus, l'angle de pente moyen des écoulements rocheux se situe à environ 54° d'inclinaison.



Source : Jean, 2023

Distribution des écoulements rocheux selon les altitudes et les angles de pentes.

Ces évolutions entraînent des événements marquants comme au Piz Cengalo, à la Meije en 2018 ou dans la face ouest des Drus en 2005. Le pilier Bonatti s'est effondré sur une hauteur de 700 m pour un volume de 292 683 m<sup>3</sup> ( ± 5,6 %). De la même manière sur l'ensemble du massif du Mont Blanc, plus de 1300 écroulements ont été recensés entre 2007 et 2021. D'ici à 2100, les différentes projections montrent une baisse du permafrost à l'échelle mondiale entre 37 et 81% selon les scénarios de réchauffement suivis. Des mesures prises sur le sommet de l'aiguille du midi ont montré une augmentation des températures de la roche à 10 m et 20 m de profondeur. En cinq années de mesures nous pouvons observer une augmentation des températures de l'ordre de 0,6 à 1°C à 3800m d'altitude.



## La Voie Normale du Mont-Blanc et le couloir du Goûter :

Les risques liés aux déstabilisations rocheuses sont particulièrement marqués au niveau de la traversée du couloir du Goûter et de l'arête du même nom. Une étude réalisée par Mourey. J en 2021 a mis en évidence trois phénomènes principaux favorisant le déclenchement des déstabilisation rocheuses :

- la fonte de la neige qui entraîne des déstabilisations mécaniques avec une infiltration de l'eau dans les fissures de la roche.
- les cycles gel-dégel journaliers qui jouent un rôle lorsque le couloir est déneigé, et qui est amplifié lors de précipitations liquides.
- la dégradation du permafrost est également favorisée par les précipitations liquides, qui déclenche des événements volumineux, plutôt en fin de saison estivale le temps que l'onde de chaleur saisonnière pénètre en profondeur dans la roche.

### **A noter :**

La majorité des données recueillies par les scientifiques concernant la répartition du permafrost de paroi et les déstabilisations rocheuses se concentrent actuellement sur le massif du Mont-Blanc. En effet, la facilité d'accès en haute montagne et la pose de capteurs favorisent l'acquisition de connaissances dans cette région. À terme, les scientifiques aspirent à élargir la collecte de données à d'autres massifs alpins tels que les Écrins ou la Vanoise.



# En résumé

## Changement climatique

### Dégradation du permafrost

Phénomènes géomorphologiques plus intenses pendant les périodes chaudes.

-----  
Écroulements rocheux.

-----  
Altitudes de déclenchement des écroulements rocheux se situent majoritairement entre 3000 et 4000 m.

### Retrait glaciaire

Perte de masse et du volume des glaciers de plus de 50% depuis le début du XXème siècle.

-----  
A l'horizon 2100, 85 à 99% des glaciers alpins auront disparu.

Identification de 25 processus géomorphologiques et glaciologiques qui peuvent impacter un itinéraire d'alpinisme

Mont-Blanc/ Valais/ Ecrins/ Vanoise : territoires d'études

En moyenne, un itinéraire est affecté par **9 processus**. En d'autres termes, un grimpeur tentant de gravir un itinéraire doit considérer et potentiellement adapter son comportement à, en moyenne, neuf phénomènes différents liés au changement climatique.

**25% des itinéraires étudiés ne sont plus fréquentables en été**

- Le couloir Nord des Bans
- Voie normale du Pic de Neige Cordier
- Le couloir Piaget aux Agneaux
- Couloir Whymper à l'Aiguille Verte
- Face Nord de la Tour Ronde
- Face Nord de la Pointe de Mourti
- Face Nord de la Pigne d'Arolla

Itinéraires principalement neigeux ou mixtes. Généralement en faces Nord.

**Plus de 1/3 des itinéraires sont plus dangereux et ne sont plus grimpables à certaines périodes de l'été.**

- Traversée de la Meije
- Voie normale du Dôme des Ecrins
- Eperon Nord Aiguille du Chardonnet
- Eperon de la Brenva au Mont Blanc
- La Rothorngrat au Zinalrothorn
- L'arête des 4 ânes à la Dent Blanche

**35% des itinéraires sont peu impactés par le changement climatique et l'on note pas d'augmentation significative des dangers objectifs (fréquentables généralement toute l'été)**

- VN Roche Faurio
- VN Pic Coolidge
- Face Sud de l'Aiguille du Midi
- Arête Sud de l'Aiguille du Moine
- Traversée N-S aux Aiguilles rouges d'Arolla

**2% des itinéraires étudiés ne sont pas impactés par le changement climatique**

- VN Aiguille Dibona
- Arête Sud aux Dents de Coste Counier
- Traversée des Petites Dents de Veisivis
- Face Est Petit Clocher du Portalet
- Arête des Papillons à l'Aiguille du Peigne

Itinéraires rocheux de plus faible altitudes sans approche glaciaire.

Impacts sur le milieu physique de haute montagne

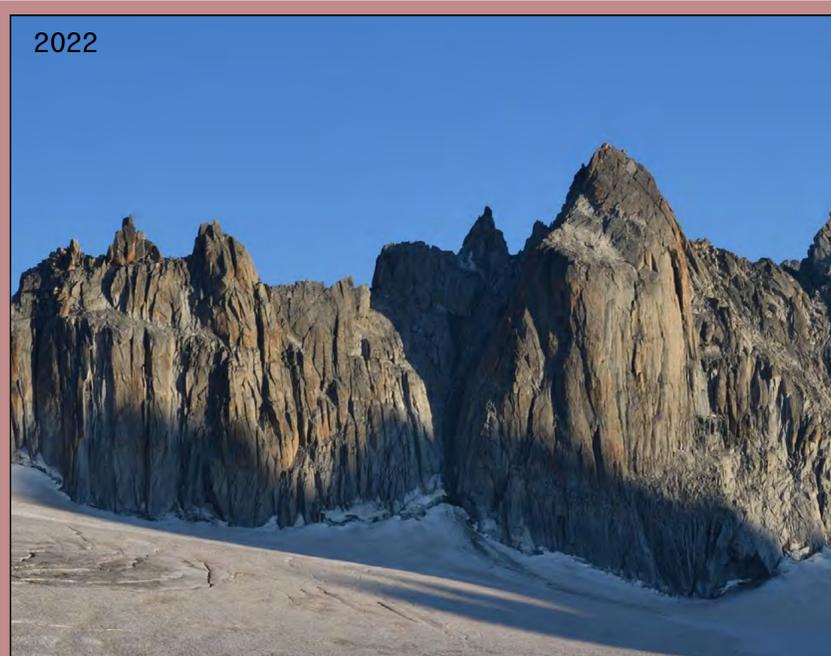
Conditions de pratiques plus complexes dans un modèle de pratique de l'alpinisme sportif

# 3. Les perceptions et adaptations des guides de haute montagne face au changement climatique

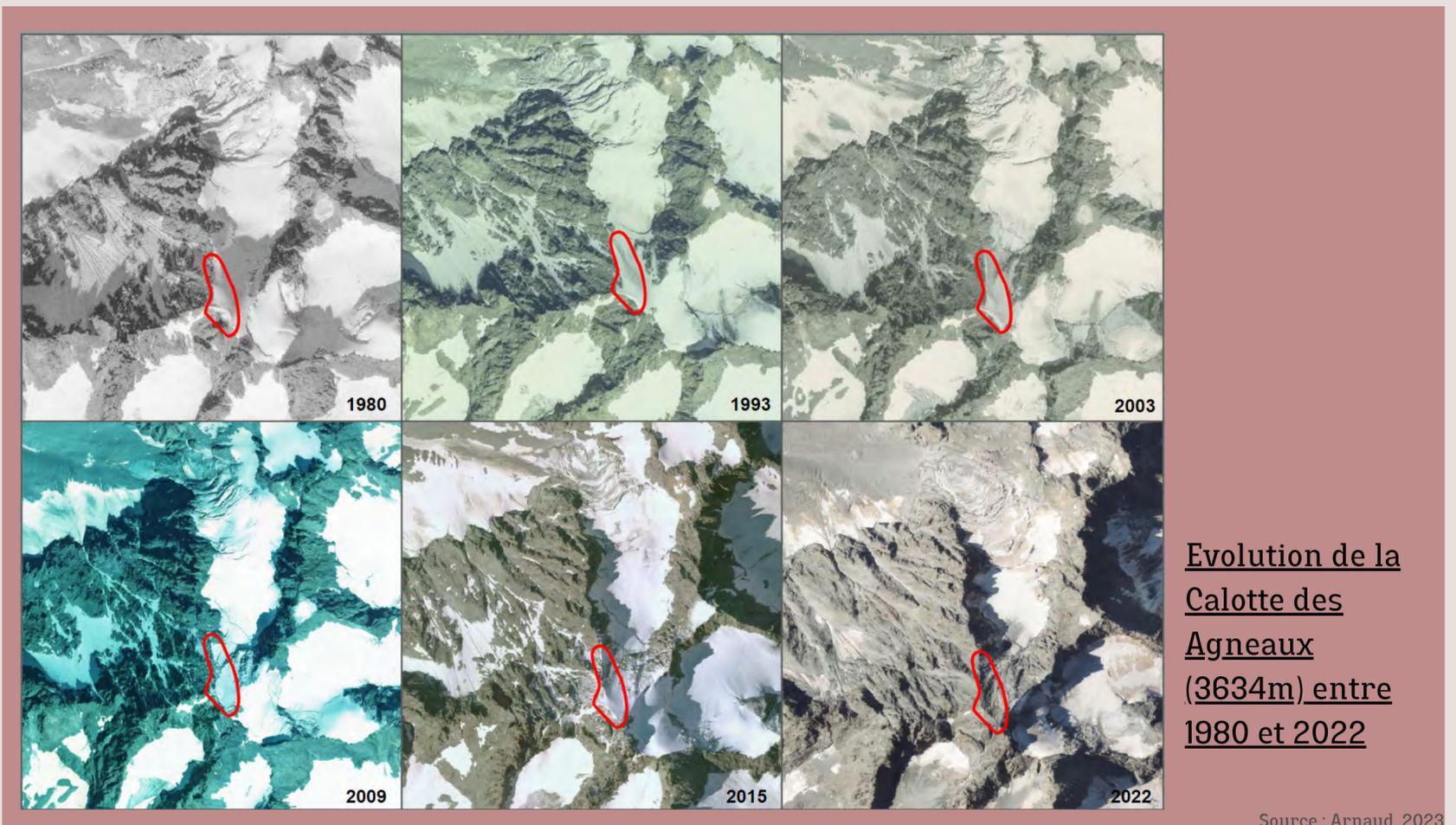
Ainsi, force est de constater que la pratique de l'alpinisme est largement impactée par le changement climatique. Dans les Alpes, la pratique de l'alpinisme estival semble davantage exposée aux dangers objectifs et difficile techniquement. L'activité des guides de haute montagne évolue, et les professionnels sont contraints de s'adapter. Selon un sondage réalisé par le SNGM en 2021, 86 % des guides estiment que le changement climatique les amène à modifier leur répertoire de courses. Plusieurs itinéraires sont également délaissés par certains guides qui choisissent de ne plus y aller, car ils estiment que les risques généralement objectifs sont trop élevés. 36 % des guides indiquent ne plus aller au Dôme des Écrins en été et 30 % ne vont plus au Mont-Blanc par le Goûter.

Basée principalement sur une pratique estivale, l'alpinisme connaît également un décalage saisonnier plus tôt en saison, c'est-à-dire avancé au mois de juin. Les périodes optimales d'ascension de certains itinéraires deviennent plus rares et imprévisibles. Le mois d'août correspond presque systématiquement à une période où les conditions sont très mauvaises en haute montagne. Ces mauvaises conditions en lien avec le réchauffement climatique sont majoritairement influencées par deux phénomènes principaux : le retrait glaciaire et la dégradation du permafrost.

Cette dégradation des conditions est également synonyme de transformation des paysages et des lieux de pratique et a donc une incidence sur l'imaginaire collectif autour de la pratique de l'alpinisme. La montagne blanche, avec de belles arêtes neigeuses, évolue vers une montagne plus grise et caillouteuse. Bien que cette notion soit subjective, certains itinéraires connaissent une perte d'esthétisme, entraînant donc une diminution de l'intérêt alpinistique et un oubli de certaines courses.



Evolution du versant nord des Aiguilles Dorées entre 1985 et 2022



Afin de concilier avec ces changements de conditions, certains guides orientent leurs choix de courses vers des itinéraires rocheux de plus basses altitudes mais cette adaptation semble parfois difficile à mettre en place avec certains clients. 76% des guides estiment notamment qu'il faut éduquer la clientèle pour limiter les prises de risque dans le futur et 65% des guides estiment qu'il faut changer la communication autour des propositions de courses.

Ces mutations en haute montagne ont également engendré une diversification des activités de plus basse altitude telles que la via ferrata, l'escalade ou le canyoning. Cette évolution permet de se soustraire aux mauvaises conditions des itinéraires, notamment liés à la dégradation du permafrost. Cette adaptation pose cependant également des problèmes d'usages des territoires avec d'autres acteurs, tels que les agriculteurs ou les chasseurs.

Les courses de neige et de glace sont pour la plupart abandonnées avec report d'une partie des activités sur la période hivernale.

Les conditions de plus en plus délicates demandent ainsi aux guides une forme d'omniréactivité. Ils se doivent d'être plus réactifs aux conditions et se tenir informés via les différents groupes d'échanges WhatsApp sur les conditions.

### Et l'alpiniste amateur dans tout ça ?

D'après une étude récente (Salim, 2023), les alpinistes amateurs perçoivent bien sûr les effets du changement climatique et sont contraints de s'adapter en s'informant davantage sur les conditions de l'itinéraire envisagé en consultant par exemple CampToCamp ou La Chamoniarde. Ils estiment ainsi qu'une meilleure préparation de leur sortie leur est nécessaire. Comme pour les guides, certaines courses de neige et de glace sont abandonnées en plein été, et certains pratiquants peuvent changer de lieu de pratique ou encore d'activité en fonction des conditions. Certains pratiquants expriment également leurs difficultés à obtenir des informations sur les conditions du moment.



## En résumé

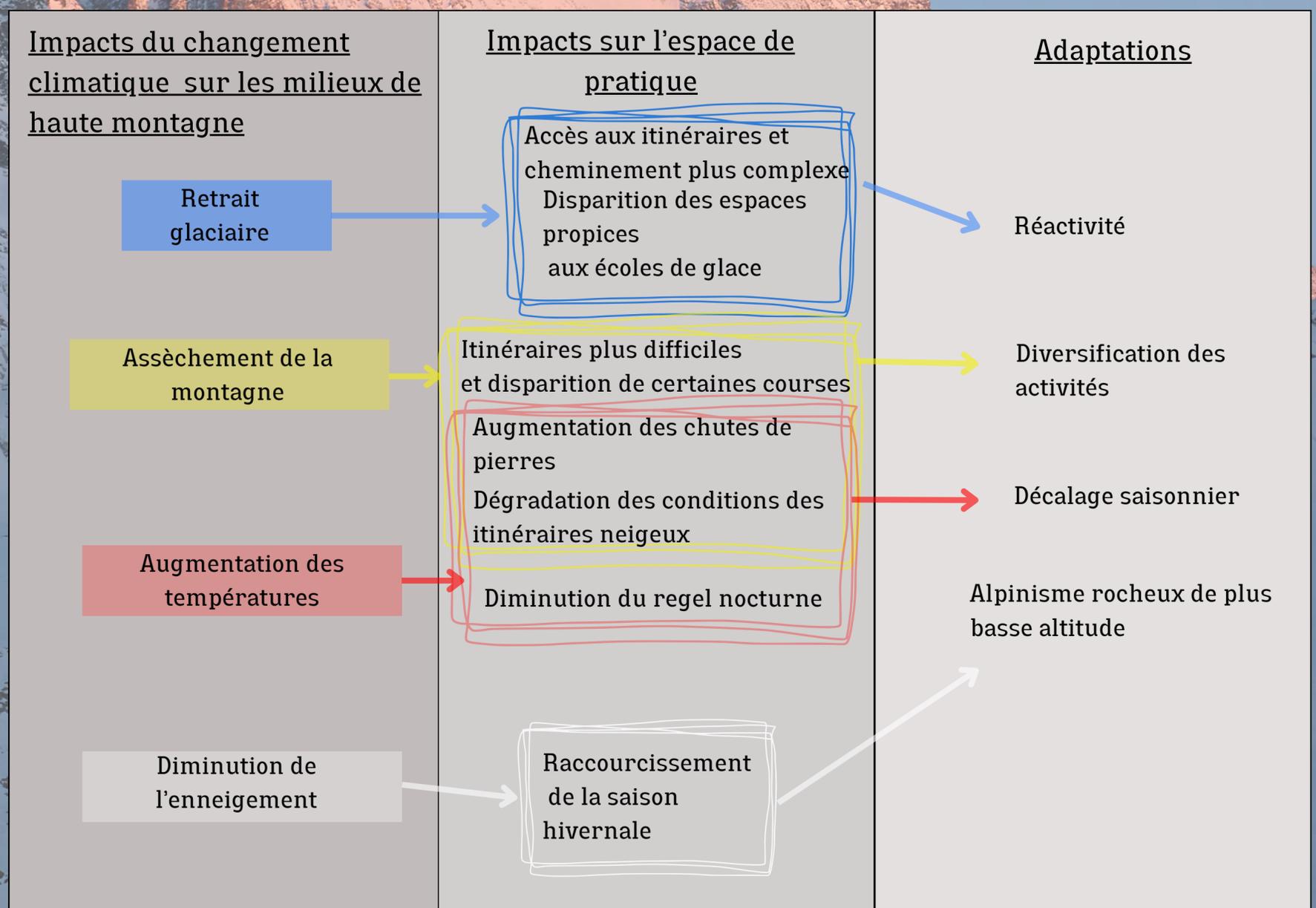
86% des guides estiment que le changement climatique les amène à modifier leur répertoire de courses.

Des itinéraires abandonnés par les certains guides : 36% des guides indiquent ne plus aller au Dôme des Ecrins en été et 30% ne vont plus au Mont-Blanc par le Goûter

Décalage saisonnier vers le début de l'été pour la pratique de l'alpinisme

Transformation des paysages glaciaires et neigeux

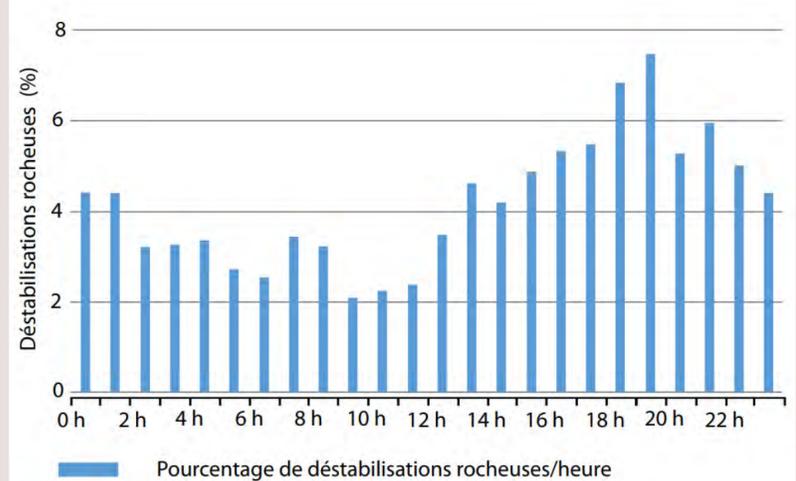
Des conditions qui nécessitent une certaine réactivité



# 4. Réflexion sur la mise en place d'un outil de collecte et d'échange des conditions en haute-montagne

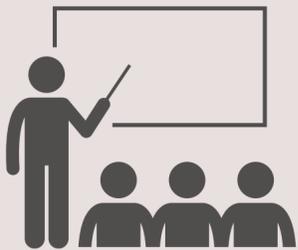
De nombreuses études se sont intéressées à l'impact du changement climatique sur l'alpinisme et ont démontré ses conséquences. Ces recherches ont notamment contribué à établir une base solide dans la compréhension des différents impacts du changement climatique sur l'alpinisme, identifiant 25 processus géomorphologiques et glaciologiques susceptibles d'affecter un itinéraire. La majorité des analyses se sont focalisées sur l'évolution des itinéraires d'alpinisme au cours des dernières décennies et seulement quelques unes se sont préoccupées des impacts à plus court terme (hebdomadaire, journalier et horaire). C'est notamment le cas de l'étude menée par Jacques Mourey sur les déstabilisations rocheuses dans le couloir du Goûter qui a permis de mettre en évidence les horaires les plus propices aux chutes de pierres.

Evolution au cours d'une journée de la fréquence moyenne des déstabilisations rocheuses pour les étés 2018 et 2019 dans le couloir du Goûter



Source : Mourey et al., 2020

Echange des conditions sur les groupes WhatsApp suffisant ?



Besoin de formations ?

Aujourd'hui, le partage d'informations des conditions entre professionnels se réalisent à travers différents groupes WhatsApp répartis par massifs. Cependant, les informations peuvent rapidement se perdre ou ne pas être prises en compte et ne sont pas sauvegardées. Selon un sondage réalisé auprès de guides en 2022, la moitié estime que le partage d'informations via les groupes WhatsApp ne leur semble pas suffisant pour la prise de décision, et 75% estiment ne pas être suffisamment formés pour évaluer les risques géomorphologiques. D'autre part, parmi les répondants, 70% estiment qu'une cartographie des zones affectées par les phénomènes géomorphologiques pourrait être un outil utile pour les accompagner sur le terrain face à l'évolution des conditions géomorphologiques de la montagne. De plus, 77% des guides estiment qu'un site Internet qui recense les événements géomorphologiques de type "Data-Avalanche" serait également un outil important.

Dans le cadre du projet Regards d'altitude, regroupant plusieurs partenaires (PARN, LESSEM, EDYTEM, PACTE, OSUG, PNE), le Syndicat National des Guides de Montagne souhaite développer un outil collaboratif dont l'objet est de faciliter l'échange et la collecte des observations de terrain des phénomènes géomorphologiques et glaciologiques et des conditions pendant la période estivale.

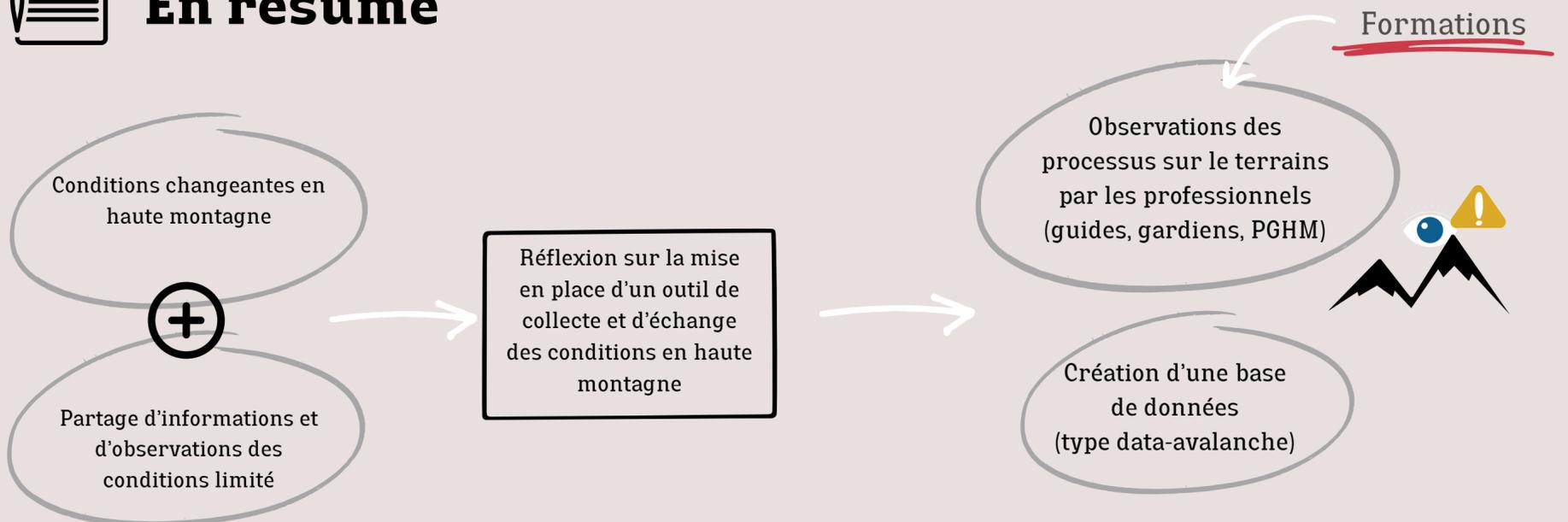


Ainsi, à la suite des ateliers tenus à l'Assemblée des Guides en décembre 2023, portant sur l'adaptation des guides face au changement climatique, plusieurs idées ont vu le jour :

- La réalisation d'une base de données participative qui viendrait en complément des groupes WhatsApp. Elle serait alimentée par les observations de terrain réalisées par les guides durant la période estivale. Cet outil permettra d'avoir une vision globale des phénomènes géomorphologiques et glaciologiques qui impactent les itinéraires d'alpinisme pendant l'été.
- Décrire et définir des situations typiques de dangers liés aux processus géomorphologiques et glaciologiques (écroulements rocheux, chutes de pierres, ponts de neige plus fragiles, etc). Ces situations à l'image des SAT (Situations avalancheuses typiques) en hiver, auront pour objectifs d'améliorer la connaissance des professionnels de la montagne et d'avoir un langage commun sur les processus. Elles seront également un appui afin de faciliter le choix d'itinéraires et la prise de décisions sur le terrain.



## En résumé



## En parallèle :

Définir des situations typiques de dangers liés aux processus géomorphologiques et glaciologiques (écroulements, chutes de pierres, ponts de neiges plus fragiles, etc).

# Conclusion

Ce document vise à synthétiser les connaissances actuelles sur le changement climatique et son impact sur l'alpinisme.

Jusqu'à présent, les cartographies des processus géomorphologiques et glaciologiques qui impactent un itinéraire prenaient la forme d'inventaires scientifiques. Il n'avaient pas vocation directe à être des outils à destination des guides et pratiquants. Cependant, face à l'accroissement des incertitudes qui compromettent la prévisibilité des courses, des méthodologies plus poussées de partage d'informations et d'observations ainsi qu'une stratégie d'adaptation au changement climatique doivent être mis en œuvres.

Les guides en tant que témoins et premiers touchés par les évolutions des milieux physique de haute montagne et du changement climatique jouent un rôle clé en tant qu'observateurs privilégiés. Ils jouent également un rôle de "sentinelles" grâce à leur présence sur le terrain.

Ainsi, dans le cadre du projet Regards d'Altitude, le SNGM travaille à l'élaboration d'un outil de collecte et d'échange des observations de terrain. L'objectif n'est pas de créer un outil contraignant, mais au contraire de fournir des informations factuelles sur les conditions rencontrées sur le terrain.

Dans un premier temps, cet outil sera alimenté par les guides et à destination des guides. À terme, il est envisageable qu'il puisse être partagé avec l'ensemble des pratiquants.

D'autre part, la description de Situation Typiques de dangers a pour objectif de décrire les situations typiques (écroulements rocheux, chutes de pierres, ponts de neiges plus fragiles, etc) qui se produisent en haute montagne pendant la période estivale et d'aider les pratiquants de la montagne dans leur évaluation du danger.



# Bibliographie indicative

- Bourdeau, P. (2014) 'Effets du changement climatique sur l'alpinisme et nouvelles interactions avec la gestion des espaces protégés en haute-montagne'.
- Borgnet Y., Lana F., (2020). "Guides et changement climatique, enquête quantitative réalisée auprès des adhérents du SNGM", avril 2020, Syndicat national des guides de montagne (SNGM)
- Cailhol, X. (2022), mémoire de Master 1, 'Impacts du changement climatique sur les courses fréquentées par les guides de haute montagne'.
- Cailhol, X. (2023), mémoire de Master 2, 'Impacts du changement climatique sur les courses fréquentées par les guides de haute montagne - Évolution des courses du répertoire des guides dans un contexte de changement climatique'.
- Gardent, M. (2014) 'Inventaire et retrait des glaciers dans les Alpes françaises depuis la fin du Petit Âge Glaciaire', p. 455.
- Hartmeyer, I., Delleske, R., Keuschnig, M., Krautblatter, M., Lang, A., Schrott, L., Otto, J.-C. (2020) - Current glacier recession causes significant rockfall increase: the immediate paraglacial response of deglaciating cirque walls. *Earth Surf. Dynam.*, 8 : 729-751.
- Jean.P. (2023), mémoire de Master 1, 'Révéler les impacts du changement climatique sur la stabilité des parois de la haute-montagne alpine à l'aide de méthodes statistiques : étude de la base de données sur les écroulements rocheux dans le Massif du Mont-Blanc entre 2007 et 2022'.
- Jean.P. (2022), mémoire de Master 1, 'Étude statistique de la base de données sur les écroulements dans le massif du Mont-Blanc entre 2007 et 2021'.
- Magnin F., Brenning F., Bodin X., Deline P., Ravanel L. (2015a). Modélisation statistique de la distribution du permafrost de paroi : application au massif du Mont Blanc. *Géomorphologie*, 21: 145-162.
- Mourey, J., Ravanel, L., et al. (2019) 'Access routes to high mountain huts facing climate-induced environmental changes and adaptive strategies in the Western Alps since the 1990s', *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 73(4), pp. 215-228. Available at: <https://doi.org/10.1080/00291951.2019.1689163>.
- Mourey, J., Marcuzzi, M., et al. (2019) 'Effects of climate change on high Alpine mountain environments: Evolution of mountaineering routes in the Mont Blanc massif (Western Alps) over half a century', *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 51(1), pp. 176-189. Available at: <https://doi.org/10.1080/15230430.2019.1612216>.
- Mourey, J. et al. (2022) 'Multi-method monitoring of rockfall activity along the classic route up Mont Blanc (4809 m a.s.l.) to encourage adaptation by mountaineers', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 22(2), pp. 445-460. Available at: <https://doi.org/10.5194/nhess-22-445-2022>.
- Mourey, J. (no date) 'L'alpinisme à l'épreuve du changement climatique: Évolution géomorphologique des itinéraires, impacts sur la pratique estivale et outils d'aide à la décision dans le massif du Mont Blanc', p. 333.
- Mourey, J., Perrin-Malterre, C. and Ravanel, L. (2020) 'Strategies used by French Alpine guides to adapt to the effects of climate change', *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, p. 100278. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100278>.
- Mourey, J., Ravanel, L. and Lambiel, C. (2022) 'Climate change related processes affecting mountaineering itineraries, mapping and application to the Valais Alps (Switzerland)', *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 104(2), pp. 109-126. Available at: <https://doi.org/10.1080/04353676.2022.2064651>.
- Ravanel, L., Magnin, F. and 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. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.055>.
- Salim, E. et al. (2019a) 'Les guides de haute montagne face aux effets du changement climatique. Quelles perceptions et stratégies d'adaptation au pied du Mont Blanc?', *Revue de géographie alpine* [Preprint], (107-4). Available at: <https://doi.org/10.4000/rga.5842>.
- Salim, E. et al. (2019b) 'Mountain guides facing the effects of climate change. What perceptions and adaptation strategies at the foot of Mont Blanc?', *Revue de géographie alpine* [Preprint], (107-4). Available at: <https://doi.org/10.4000/rga.5865>.
- Salim, E. et al. (2023) 'Climbing the Alps in a warming world: Perspective of climate change impacts on high mountain areas influences alpinists' behavioural adaptations', *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 44, p. 100662. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100662>.
- Salim, E., Ravanel, L. and Gauchon, C. (2021) 'Aesthetic perceptions of the landscape of a shrinking glacier: Evidence from the Mont Blanc massif', *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 35, p. 100411. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100411>.
- Vincent.C. et al.(2019) 'Déclin des deux plus grands glaciers des Alpes françaises au cours du XXI e siècle : Argentière et Mer de Glace'. *La Météorologie*, 2019, 106, pp.49-58. [ff10.4267/2042/70369ff](https://doi.org/10.4267/2042/70369ff). [ffhal-02414347](https://doi.org/10.4267/2042/70369ff)