À côté du refuge du Couvercle, face aux Jorasses et au mont Blanc, Louise peut encore admirer les fleuves de glace des glaciers de Leschaux et du glacier de la vallée Blanche, mais que pourra-t-elle montrer à ses enfants, ses petits-enfants ? © Eric Delaperrière

ALPINISME ET CLIMAT LA NOUVELLE DONNE

Aux avant-postes du changement climatique planétaire, la montagne subit les assauts des températures. Paysages glaciaires méconnaissables au cœur de l'été, parois rocheuses de plus en plus instables… Les pratiques sportives sont chamboulées. Est-ce une catastrophe pour l'avenir des professionnels ou une chance pour inventer un nouvel alpinisme et prendre conscience des défis sociétaux et environnementaux ? Conférence à Chamonix et prise de hauteur pour trouver des réponses.

Texte : **Philippe Vouillon**

Que reste-t-il des *100 plus belles courses* de Gaston Rébuffat ? Une partie de la réponse fut donnée en juin dernier, à Chamonix, lors de la 4e édition de la *Sustainable Summits Conference*. Organisée par la Fondation Petzl, avec l'appui de la ville de Chamonix et d'un comité de pilotage dont fait partie la FFCAM, cette manifestation a réuni deux cent cinquante participants du monde entier venus débattre de l'avenir des hautes montagnes de la planète. Des intervenants – glaciologues, biologistes, géomorphologues, guides, techniciens en charge de la gestion des risques naturels – ont rappelé combien la montagne était en première ligne du changement climatique. Le réchauffement y est plus marqué (lire interview de Martin Beniston) et le puissant retrait des glaciers s'annonce comme inéluctable (lire interview de Bernard Francou). Ce rendez-vous nous donne l'occasion de faire le point sur les transformations des milieux naturels et les impacts sur les activités en montagne. Comment évoluent les itinéraires d'alpinisme et leurs conditions de fréquentation ? Les guides et les gardiens de refuge s'adaptent-ils à cette nouvelle donne ? Quels sont les enjeux pour les fédérations sportives, les parcs nationaux, les compagnies des guides et tous les organismes en charge de la sécurité, de l'équipement, de l'encadrement ou de l'éducation à l'environnement en montagne ?

Première mission de carottage GLACIOCLIM au glacier Blanc avec l'équipe du Parc national des Écrins et de l'IRSTEA. © Julien Charron / Parc national des Écrins

La fonte du glacier de la Pilatte (massif des Écrins). Photo prise le 14 juillet 2018. © Nicolas Raynaud

Hautes montagnes, fragiles colosses

Alors, comment se portent-elles les *100 plus belles courses* de Rébuffat, durement soumises au retrait des glaciers et à la dégradation du permafrost, déshabillées de leur manteau de neige et de glace ? (lire interview de Ludovic Ravanel). Jacques Mourey, actuellement en thèse au laboratoire EDYTEM (CNRS – Université Savoie Mont-Blanc) présente les résultats d'un original travail de recherche mené dans le cadre du projet européen ALCOTRA AdaPT Mont Blanc. « *Nous avons analysé 95 des 100 courses dans le massif du Mont-Blanc du topo-guide paru en 1973 en étudiant comment vingt-cinq processus – les trois principaux étant le désenglacement du substrat rocheux, des rimayes et des crevasses plus ouvertes et l'augmentation de l'angle de pente des glaciers – affectaient ces itinéraires d'alpinisme et leurs conditions de fréquentation. Des impacts précis ont été identifiés : augmentation de la dangerosité, de la difficulté technique, de l'engagement, allongement et plus grande pénibilité du cheminement…* » Résultat ? Deux itinéraires ont définitivement disparu. Au premier chef la voie Bonatti dans la face ouest du Petit Dru emportée en 2005 par l'écroulement du pilier du même nom. 92 itinéraires ont été modifiés dont vingt-cinq fortement (niveau 3). Sur l'échelle d'intensité de l'étude, un niveau 3 signifie qu'il n'est en général plus fréquentable pendant la période estivale. « *Les itinéraires rocheux sont principalement affectés dans leurs accès. C'est le cas de la Rébuffat-Baquet en face sud de l'Aiguille du Midi dont l'arête de neige pour y accéder est de plus en plus étroite, raide et en glace plus tôt dans l'été. Ensuite, le départ historique de la voie, perché et difficile, oblige à emprunter le début de la voie Contamine qui est d'un niveau technique supérieur*, détaille Jacques Mourey. *Les voies en neige, mixte et glace accusent, elles, les plus fortes modifications. Prenez le couloir Whymper, classé par Rébuffat comme une course de neige. Actuellement, la couverture nivo-glaciaire disparaît complètement de plus en plus tôt en saison ; la rimaye au pied du couloir est souvent difficile à franchir et des chutes de pierres sont fréquentes.* » Ces conclusions ne surprendront pas les pratiquants assidus et observateurs du massif du Mont-Blanc. Mais pour la première fois, l'impact du changement climatique sur le terrain de jeux des alpinistes a été analysé scientifiquement et quantifié. Une liste exhaustive des processus géomorphologiques à l'œuvre a été dressée. Autre volet de la thèse de Jacques Mourey : une enquête menée en partenariat avec ▸

La glacier du Tour et ses séracs, en fin d'été. Vallée de Chamonix. © Fanny Vandecandelaere

Conseils de prudence

Du fait du changement climatique, la haute montagne estivale ne peut plus être pratiquée « comme au bon vieux temps ». Il conviendra d'être plus vigilant et d'adapter les choix de ses courses aux nouvelles conditions, en particulier refaire une interprétation des topos classiques du fait de l'élévation possible des niveaux de difficultés :

- Bien se renseigner sur les conditions locales du moment et adapter son itinéraire ;
- Se méfier des courses de neige qui peuvent être rapidement en glace, avec des pentes plus raides et moins fournies ;
- S'attendre à rencontrer parfois des modifications et des difficultés supplémentaires dans le départ de certaines voies rocheuses ;
- Être vigilant devant l'instabilité de zones réputées « solides » et les risques de chutes de pierres dues au dégel du permafrost en haute montagne ;
- Adapter ses horaires de passage ;
- Vérifier les accès modifiés à certains cols, glaciers et refuges ;
- Porter un casque et être équipé d'une corde dans certaines approches ;
- Décaler sa pratique à d'autres périodes de l'année.

On sera particulièrement vigilant en période caniculaire, du fait de l'absence de regel nocturne, de la fragilité des ponts de neige, des chutes de pierres, des risques de crues ou de foudroiement durant les orages. On veillera si possible à emporter plus d'eau que d'habitude et à boire régulièrement compte tenu des risques de déshydratation et d'épuisement par fortes chaleurs.

Mise en place de balises d'ablation dans le Triangle du Mont-Blanc du Tacul (massif du Mont-Blanc). © L. Ravanel

Échantillonnage de granite dans les parois du Trident du Tacul (massif du Mont-Blanc). © L. Ravanel

▸ le Syndicat national des guides de montagne (SNGM). On y apprend que 83 % des guides considèrent la haute montagne comme plus dangereuse pour les alpinistes l'été et 40 % d'entre eux estiment prendre plus de risques. Comment alors ces professionnels s'adaptent-ils aux nouvelles conditions de pratique ?

Pratiquants et professionnels inquiets

Dans les salons du *Majestic*, à Chamonix, la *Sustainable Summits Conference* se poursuit. Des conférenciers prennent la pose devant l'immense tableau de Gabriel Loppé – *Crevasses au-dessus des Grands Mulets - Ascension du Mont-Blanc* (1875 - 1883) – toile de fond choisie par les photographes. Quel téléscopage entre les mots et les images, entre les bouleversements observés en haute montagne et cet imaginaire alpin fait de glace et de blancheur… L'itinéraire des Grands Mulets n'est plus la voie royale vers le toit de l'Europe ; la faute aux dangereuses chutes de séracs. Sans glace bleutée ni fines arêtes de neige, les paysages d'altitude ont souvent perdu ce qui faisait la majesté des œuvres du peintre-alpiniste. « *Voir ces moraines, des montagnes toutes grises comme des paillassons, ces piles d'assiettes dans les Écrins… Cela me démoralise* », avoue Marie-Laure Tanon, vice-présidente de la FFCAM, tout en remettant les faits à leur juste place. « *C'est un des aspects qui nous touche le plus aujourd'hui. Mais c'est un impact mineur au regard de ceux à venir sur la biodiversité, le régime des grands fleuves* ▸

© Fanny Vandecandelaere

3 QUESTIONS À

Ludovic Ravanel

Géomorphologue au laboratoire EDYTEM (CNRS – Université Savoie Mont-Blanc) et spécialiste du permafrost de montagne.

Face au réchauffement climatique en montagne, on pense spontanément au recul glaciaire. Pourtant, un autre phénomène majeur est en train de se produire : la dégradation du permafrost. C'est quoi le permafrost ?

C'est un état thermique ; une zone où la température reste inférieure à 0°C pendant au moins deux ans. Sous la surface, il y a la couche active, celle qui gèle et dégèle chaque année. En montagne, cela concerne les parois rocheuses au-dessus de 2 500 m d'altitude, la roche située sous les glaciers suspendus ou les couvertures de neige et de glace, ou encore les glaciers dits « rocheux ». Dans les parois de haute altitude de la glace est également présente dans les fractures. Nous avons beaucoup avancé dans la compréhension de ces phénomènes en réalisant des forages et en installant des sondes de température ; en particulier dans le piton central de l'Aiguille du Midi où nous disposons de relevés de température en continu depuis 2009. Là, au cœur de la montagne qui reste à cet endroit encore bien froid compte tenu de l'altitude, à 10 mètres de profondeur, la température augmente de 0,17°C par an. Globalement, la limite inférieure du permafrost remonte en altitude. Et le permafrost joue un rôle fondamental dans la stabilité des parois des montagnes.

Justement, est-ce que le lien est aujourd'hui établi entre le réchauffement climatique et les écroulements rocheux ?

Oui. Et c'est notamment les travaux menés dans notre laboratoire qui ont permis d'en apporter la preuve scientifique. Nous avons mis en place un réseau d'observation des écroulements à l'aide de l'application pour smartphone Alp-Risk, devenue Obs-Alp qui peut être renseignée par les alpinistes. Nous disposons là d'une base de données unique au monde. Il y a une forte corrélation entre l'augmentation des températures et la fréquence ou l'intensité des écroulements rocheux. Les 600 événements relevés de 2007 à 2017 se sont produits très majoritairement à des altitudes caractérisées par un permafrost tempéré (température comprise entre -2 et 0°C), et pendant des périodes chaudes. Il n'est pas nécessaire que la glace fonde ; des expériences en laboratoire avec des cailloux « collés » par de la glace ont montré qu'ils se détachaient vers -2°C ou -1°C, du fait de changement de caractéristiques mécaniques de l'eau gelée.

Quelles prévisions peut-on faire pour les décennies à venir ?

Il est presque impossible de prédire la survenance de grands écroulements rocheux, mais nous poursuivons nos recherches pour comprendre les phénomènes. Nous avons par exemple scanné la face nord de l'Aiguille du Midi en 3D haute-résolution avant et après l'effondrement de l'éperon Tournier en septembre 2017, et prélevé de la glace pour connaître son âge et depuis combien d'années elle cimentait les blocs instables. Ces résultats sont très attendus. Des suivis de glaciers rocheux dans les Alpes permettent d'évaluer ceux qui présentent un danger et de choisir les sites à surveiller. Un recensement d'environ 1 800 infrastructures (refuges, remontées mécaniques, dispositifs paravalanches) montre que 55 % présenteraient un risque potentiel de déstabilisation. Dans une perspective de réchauffement climatique et d'étés caniculaires, tout indique une augmentation d'écroulements de grande ampleur, une fréquence accrue d'écroulements de volumes petits et moyens, une déstabilisation voire une rupture de glaciers rocheux. Nos simulations indiquent un dégel complet des sommets situés en dessous de 3 700 m d'altitude à la fin du XXIe siècle.

Photo-constat du glacier Blanc point A: 1995.
© Faure Joël / Parc national des Écrins

Photo-constat du glacier Blanc point A: 2006.
© Faure Joël / Parc national des Écrins

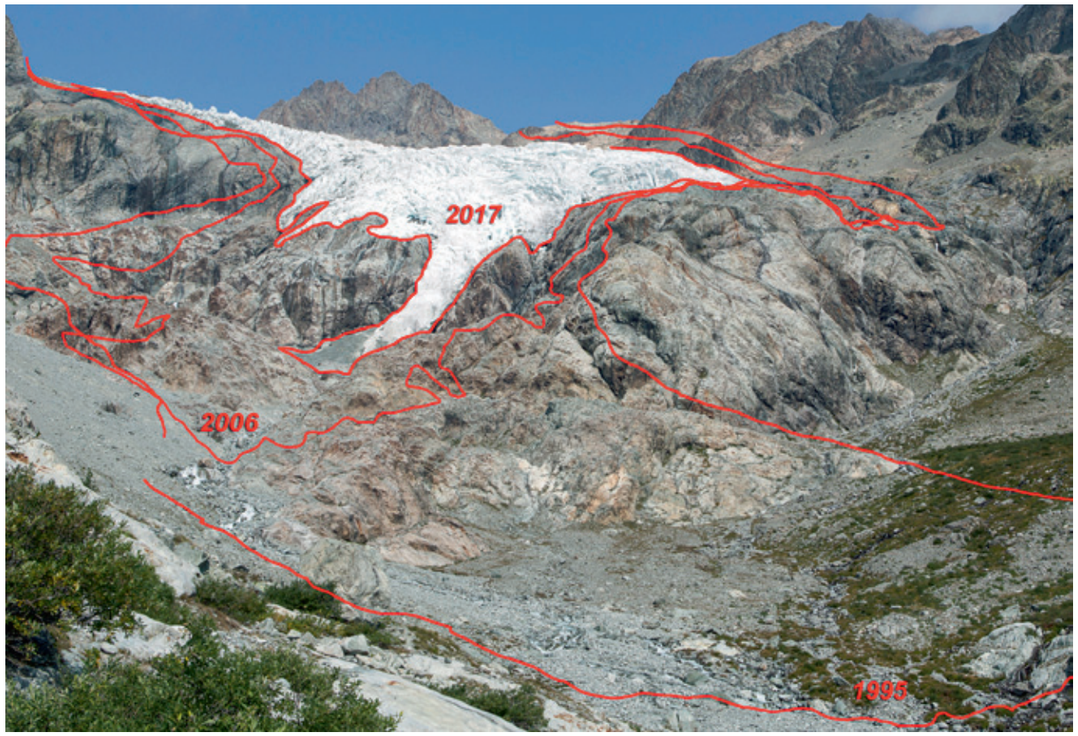


Photo-constat du glacier Blanc point A: limites 1995-2017. © Thierry Maillet / Parc national des Écrins

▸ *d'Europe, l'alimentation en eau des villes, pour ce qui concerne les territoires de montagne. Et sans parler d'autres incidences encore bien plus graves à l'échelle mondiale, comme la montée du niveau des mers…* » Il n'empêche. Les douces arêtes immaculées des dessins de Samivel ont fait rêver tant de générations de montagnards ! Un talentueux croqueur de rochers prendra-t-il la relève au XXIe siècle ? Serons-nous consolés de savoir que les Alpes verdissent comme le prouve une récente étude du laboratoire d'écologie alpine réalisée en partenariat avec le Parc national des Écrins. Entre 1984 et 2015, les deux-tiers de la surface du parc montrent une tendance significative au verdissement, en particulier à l'étage nival où des habitats – éboulis, vires rocheuses, cordons morainiques – deviennent favorables à une recolonisation végétale. Philippe Bourdeau, professeur à l'Institut de géographie alpine et auteur en 2014 d'un travail précurseur dans les Écrins*, avait déjà signalé cette question de l'esthétique, ce que certains guides nommaient le « désenchantement de la montagne ». Le résultat de ses longs entretiens avec des professionnels a mis en évidence leurs modalités d'adaptation face au changement climatique. Primo, une logique de réactivité immédiate par rapport aux conditions de la haute montagne : « *Il faut être à l'affût quand on a trois jours par an pour qu'une course soit en bonnes conditions au lieu de quarante jours comme avant » […] ; on fait moins de projets et de programmation à l'avance* ». Deuxio, une réorientation vers des courses de rocher, réputées plus sûres et surtout plus maîtrisables, avec des conditions plus stables tant au cours de la journée qu'au fil de la saison. Sauf que « *les clients préfèrent la neige, et qu'un randonneur passera plus facilement à une course de neige, qui s'apparente à une randonnée avec crampons, qu'à de l'escalade qui est une autre activité.* » Tertio, un report d'activité des ascensions neigeuses sur le ski de randonnée : « *Je suis orphelin de quelque chose qui n'existe plus l'été, alors je transfère beaucoup l'hiver* » témoignait l'un deux. L'enquête menée par le Syndicat national des guides de montagne (SNGM) dans le cadre de la thèse de Jacques Mourey vient confirmer ces tendances. « *65 % ressentent de l'inquiétude – de la tristesse aussi (52 %) – face à l'évolution des milieux de haute montagne, mais une large majorité des guides a toujours autant de plaisir à aller en haute montagne*, commente Georges Unia, président de la commission "Environnement et éthique" au SNGM. *46 % des guides considèrent leur adaptation face à ces nouvelles conditions comme difficile et 56,5 % estiment que leur activité économique est affectée* ». On retrouve là les mêmes stratégies. Par ordre d'importance : changement de saisonnalité, d'activités, de lieux de pratique, réactivité et attention à porter aux conditions. « *Les guides qui considèrent leur adaptation au changement climatique comme facile (51 %) sont ceux qui diversifient leur activité – via ferrata, canyonisme – et travaillent en alpinisme uniquement en début de saison* », commente Jacques Mourey.

Refuges, les sentinelles du changement

Les gardiens de refuge sont eux aussi aux premières loges. Christine Mattel, gardienne du refuge des Conscrits, l'un des plus impactés du massif du Mont-Blanc, peut en témoigner. « *En 2006, les premières échelles avaient été installées sur une vire à la sortie du glacier qui était encore débonnaire, facile d'accès. En 2008, on ajoutait déjà d'autres barreaux. En 2011, face au danger, il a fallu créer* ▸

**P. Bourdeau, 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, ODDT - Laboratoire Pacte, 2014.*

▸ *un nouveau sentier et une passerelle himalayenne. La rapidité de la dégradation du glacier a laissé tout le monde sans voix.* » L'accessibilité des refuges de haute montagne est un problème majeur dans les Alpes. (Cf *La Montagne et Alpinisme* 3-2017, p.24-27) et oblige à des investissements coûteux – ici 130 000 euros pour la passerelle cofinancée par l'Europe et l'État à plus de 70 %. L'évolution des itinéraires et des conditions de course met en difficulté l'équilibre économique des refuges. La traversée des Dômes de Miage, facile pour s'initier aux courses de neige, n'était en condition ni en 2015 ni en 2017. « *J'ai été déficitaire ces deux saisons. À mon arrivée en 2007, le refuge affichait environ 6 000 nuitées sur le printemps et l'été, contre 2 900 dix ans plus tard.* » L'arrivée de randonneurs n'est venue que partiellement compenser la diminution du nombre d'alpinistes. Au refuge du Promontoire, le gardien estime ce nouveau public estival à environ 15 %. Mais adapter son fonctionnement et séduire ces nouveaux clients n'est pas si simple. « *Beaucoup viennent voir la passerelle, mais ne montent pas jusqu'au refuge*, poursuit Christine. *J'ai essayé d'ouvrir la deuxième quinzaine de mai pour les alpinistes. Sans succès. Je perdais de l'argent.* » Certaines habitudes ont la vie dure et les pratiques en montagne sont autant impactées par des changements socio-culturels que par le climat. À ce sujet, le projet Ref Lab a l'ambition d'utiliser les refuges comme des sentinelles pour observer les changements globaux à l'œuvre. « *On vise à observer et à étudier les échanges entre sciences de la nature et société, en prenant en compte à la fois les processus géophysiques, climatiques et biologiques et les pratiques touristiques et sportives. Par exemple, relier des données climatiques avec celles de la fréquentation. L'esprit de ce dispositif de recherche est de servir à la fois la communauté des socio-professionnels et celle des scientifiques en s'appuyant sur l'expertise de chacun* », précise Mélanie Marcuzzi, en charge de la coordination sur le terrain.

Informer, rééquiper, inventer…

Organisations et professionnels de la montagne sont à l'œuvre pour s'adapter ou informer au mieux les pratiquants. La Chamoniarde poursuit ses actions avec en particulier le développement de l'application OBS-ALP en partenariat avec le laboratoire EDYTEM (En savoir plus). « *Ceux qui n'habitent pas en montagne ou y viennent peu souvent n'ont pas tous pris conscience des nouvelles conditions. Ils ont parfois de la peine à situer leur niveau et à évaluer les cotations et difficultés actuelles des itinéraires* », précise ▸

En descendant du refuge Gonella, sorbet menthe à l'eau sur le glacier du Miage (massif du Mont-Blanc). © Pascal Tournaire

© UNIGE Jacques Erard

QUESTIONS À

Martin Beniston

Climatologue, professeur honoraire à l'université de Genève, vice-président du GIEC de 1992 à 1997.

Du fait des émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines, les trois dernières décennies ont été successivement plus chaudes à la surface de la Terre que toutes les précédentes depuis 1850. Qu'en est-il en montagne ?
À la fin des années 1990, nous avions démontré que le réchauffement en altitude dans les Alpes suisses, dès 1 000-1 500 m, était bien supérieur à celui mesuré en plaine. De nombreuses stations météo dans les Alpes, au-delà de 2 000 m d'altitude, montrent désormais des taux de réchauffement de plus de 2°C depuis le début du XXe siècle contre 0,85°C en moyenne mondiale pour la période 1880-2012. Dans l'hypothèse d'un réchauffement planétaire de 3 à 4°C, il n'est pas absurde d'envisager +6°C dans les régions de montagne.

Comment s'explique ce réchauffement plus marqué en altitude ?
L'enneigement est vraisemblablement un des facteurs principaux. Le fait d'avoir moins de neige ou une saison d'enneigement moins longue tire les températures vers le haut car une surface froide et blanche qui renvoie beaucoup d'énergie est remplacée par une surface beaucoup plus sombre qui en absorbe. On peut faire un parallèle avec ce qui se passe dans les régions polaires du fait du rétrécissement de la banquise.

L'hypothèse de voir plus d'aléas extrêmes est souvent évoquée…
Les sécheresses se prolongent et les épisodes caniculaires sont de plus en plus précoces et se terminent plus tard : températures au-delà de 30°C, à 1 000-1 500 m d'altitude, dès le mois de juin, inexistantes il y a une trentaine d'années. On observe localement une légère augmentation des épisodes de pluies extrêmement fortes pas encore significative d'un point de vue statistique car ce sont des évènements ponctuels et rares. Mais c'est une tendance probable. Car ce qui engendre ces phénomènes – canicules, orages, tempêtes de vent ou sécheresse – est l'énergie contenue dans le système climatique. Plus la chaleur augmente dans l'atmosphère et plus vous risquez d'en observer. Cependant, si la chaleur de l'atmosphère est une condition nécessaire à l'avènement des extrêmes météorologiques, ce n'est pas toujours une condition suffisante ; il faut y ajouter d'autres facteurs physiques pour les déclencher.

Par contre, l'impact sur le manteau neigeux est évident. En-dessous de 2 000 m, l'enneigement a déjà diminué de 20 à 40 % depuis la fin des années 1980…
Oui, parce que la neige, dès qu'il fait plus de 0°C, elle fond ! Et on peut appliquer une règle de trois très simple : pour chaque degré supplémentaire, le niveau moyen de la limite pluie-neige remonte de 150 mètres en altitude.

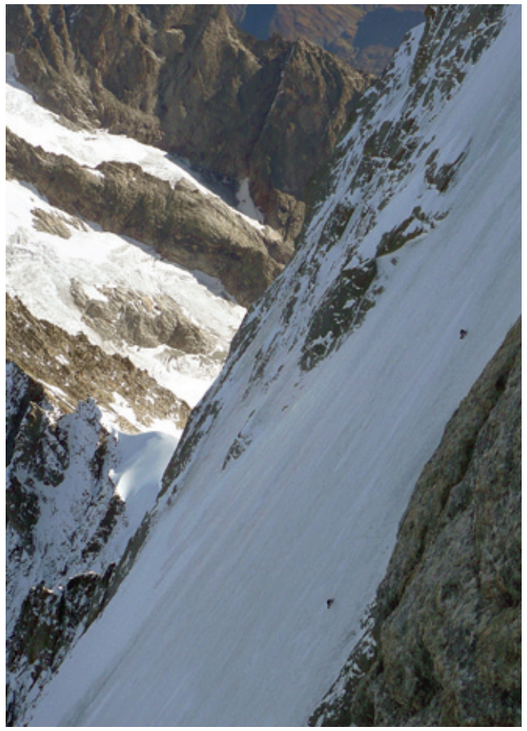
Quelles évolutions vous marquent le plus ces dernières années ?
C'est cette augmentation simultanée des deux extrêmes : précipitations fortes d'un côté, et surtout prolongation des périodes de sécheresse de l'autre. En cas de fortes chaleurs, comme vous n'avez pas ou peu d'humidité dans les sols, l'évaporation n'est pas là pour refroidir l'atmosphère proche de la surface. Au contraire, ces sols secs vont ajouter de la chaleur à la basse atmosphère. C'est un système qui a tendance à s'emballer. On parle de boucle de rétroaction positive.

Quels seront les plus forts impacts pour nos sociétés ?
Les ressources en eau dans les Alpes. Avec la quasi disparition des glaciers d'ici la deuxième moitié du XXIe siècle et des chutes de neige plus aléatoires, on verra des changements majeurs dans les débits de cours d'eau comme le Rhône, le Rhin ou le Pô. Ce n'est pas qu'il n'y aura plus d'eau du tout, mais on va passer d'un régime de rivière comme l'Isère – typique des Alpes du Nord – à des régimes comme celui de la Durance, caractéristique des régions méditerranéennes : fortes sécheresses en été et davantage d'eau en hiver. Les adaptations nécessaires dans les domaines de l'agriculture et de l'hydroénergie, voire du tourisme estival et hivernal, seront très importantes.

Au pied de la Dent du Géant, à 3 500 m d'altitude, un petit lac de fonte est apparu pendant quelques jours avant de disparaitre subitement à l'occasion du mouvement du glacier.
© Pascal Tournaire

▸ Jean-Christophe Beche, son président. Dans le massif des Ecrins, des guides indépendants et des compagnies prennent en charge des projets de rééquipement de passages de cols ou de voies historiques et les demandes d'autorisations au Parc national. Jusqu'où équiper ? Avec quelle éthique et pour quels impacts sur le caractère du Parc ? « *Une de nos réflexions est de savoir s'il ne faudrait pas en discuter sur la base d'un schéma général du massif. Même si chaque projet, pris individuellement, peut ne poser aucun problème, faut-il pour autant vouloir cocher tous les itinéraires qui se faisaient il y a vingt ans ?* » s'interroge Richard Bonet, responsable du service scientifique du Parc national. Auteur de topos – outil et mémoire de l'alpinisme, François Damilano vient de faire paraître la 3e édition de son fameux *Neige, Glace et Mixte*. Frappé par l'état des montagnes dans le massif du Mont-Blanc durant l'été 2017 alors qu'il travaillait à sa rédaction, il reste néanmoins optimiste. « *De nombreuses voies glaciaires ne sont plus effectivement à leur optimum d'il y a vingt ans. Mais la pratique dans ces terrains n'est pas binaire, praticable ou non praticable. Les voies glaciaires restent très parcourues. C'est dynamique au printemps dans le bassin d'Argentière ; en automne dans les Droites ou les Grandes Jorasses. Les stratégies d'ascension, les périodes et la manière de grimper changent. La technique du dry-tooling ouvre de nouveaux horizons. Les alpinistes passent aujourd'hui des longueurs en rocher en allant coincer leurs piolets dans des fissures. Ils sont impressionnants d'efficacité, crampons aux pieds et piolets en main. Et ils s'en amusent. C'est sans doute plus intéressant, et plus sûr, que lorsque nous passions, il y a vingt ans, sur une glace fragile et mince.* » Vivian Bruchez, guide et skieur de pente raide, parle avec passion de ces évolutions. « *Le recul glaciaire m'offre de nouvelles lignes à skier. Quand j'ai réussi en novembre 2012 l'éperon Migot à l'Aiguille du Chardonnet, ma "première grande première", c'est parce que le sérac avait dessiné un nouveau passage et aussi parce ce que cette face se regardait d'habitude toujours au printemps. Changeons de regard. La montagne propose. Il faut s'adapter et être prêt.* » Chaque année, il ouvre cinq à sept itinéraires dans le massif du Mont-Blanc dont il a fait son terrain d'exploration et d'aventure devant chez lui. Pour preuve, sa traversée du massif cet hiver, en cinq jours d'itinérance, d'autonomie et de bivouac avec Mathéo Jacquemoud ; plus deux nouvelles descentes. Chaque génération réinvente sa pratique de l'alpinisme en fonction du terrain de jeux, cherche à sortir des sentiers. Des grandes voies historiques continueront à se faire, d'une autre manière. « *En skiant 100 % ski aux pieds la voie Washburn à l'Aiguille* ▸

« Le linceul » (Grandes Jorasses).
© Julien Désécures / JMEditions



Impacts sur les risques naturels

« *Le changement climatique rebat les cartes en matière de prévention et de gestion des risques dans les territoires de montagne. Nous avons besoin de mieux observer les phénomènes (avalanches, inondations, feux de forêts, écroulements et chutes de blocs, glissements de terrain, crues et laves torrentielles) et les vulnérabilités associées pour mieux les comprendre, les anticiper et les prendre en compte dans les politiques publiques* », analyse Benjamin Einhorn, directeur du Pôle Alpin Risques Naturels (PARN). La plateforme d'analyse et de synthèse des connaissances Alpes-Climat-Risques s'inscrit dans cet objectif. En matière d'aléas glaciaires, des sites-pilotes font l'objet de recherches approfondies : glacier de Taconnaz, des Grandes Jorasses (Val d'Aoste) ou de Tête-Rousse sous surveillance particulière compte tenu des risques liés aux poches d'eau intraglaciaires. La catastrophe de Bondo dans les Grisons fin août 2017 a rappelé que des avalanches rocheuses sont susceptibles d'engendrer des écoulements sur de grandes distances et d'atteindre des villages loin en aval. On note par ailleurs une recrudescence des avalanches de neige humide, des glissements de terrain et des feux de forêt dans certains secteurs du massif alpin.

Depuis le point de vue du Chapeau, le recul de la Mer de Glace est spectaculaire, les petits lacs protoglaciaires sont apparus en 1999. © Pascal Tournaire

▸ *Verte, on a remis un coup de projecteur sur cette variante du couloir Couturier. Si tu crées des choses, ça devient des classiques.* » Vivian Bruchez estime que les guides doivent être vigilants à ne pas communiquer seulement sur les dangers. « *On doit continuer à faire rêver, à inspirer. Pour cela, il faut accepter de s'adapter, de changer nos habitudes.* ». Julien Herry, lui aussi guide chamoniard et skieur de pente raide, tient ce discours, mais plus en demi-teinte : « *J'essaie de voir les aspects positifs : une montagne plus sèche où la neige colle dès l'automne et permet d'ouvrir de nouveaux itinéraires, plus de courses de rocher avec les clients. Mais globalement, le réchauffement climatique limite nos choix et la montagne a perdu de sa splendeur.* »

Eduquer au changement climatique

Julien Herry insiste sur l'indispensable prise de conscience des défis écologiques à surmonter et des actions personnelles et collectives à entreprendre – compensation carbone ou « 1 % pour la planète ». La montagne pourrait être encore plus investie d'une mission : développer des actions pédagogiques. Comme la mer sait si bien le faire. L'impact du changement climatique est si visible en haute montagne, si parlant. « *L'éducation est une manière de la ré-enchanter,* imagine Bernard Francou. *Le changement climatique parle de notre société, de l'action de l'homme sur les écosystèmes. Nous devons faire comprendre ce qui se passe.* » Justement, le réseau d'éducation à la montagne alpine – Educ'Alpes – réunit depuis 2010 des acteurs qui se mobilisent pour former et informer sur le changement climatique dans les Alpes. « *Nous organisons des journées d'échange et de formation à destination des professionnels, en particulier des accompagnateurs en montagne. Ils sont fréquemment soumis aux questions de leurs clients sur le sujet et manquent d'infos fiables et d'outils pédagogiques* », détaille Gwladys Mathieu, coordinatrice du pôle Educ'Alpes Climat. Georges Unia estime de son côté que la sensibilisation de la clientèle à cette thématique est l'une des nouvelles casquettes du métier de guide. « *Nous sommes les premiers témoins du changement climatique. Pour moi, la jeune génération saura mieux s'adapter et accompagner leurs clients. Elle porte sur la montagne un autre regard ; moins dans la performance, plus dans une relation profonde de respect de la nature.* ». Chez les futurs professionnels – ici les jeunes de la section Montagne du lycée Ambroise Croizat, à Moûtiers –, les positions sont contrastées. « *D'un côté, ils sont parfois scandalisés et ressentent un fort sentiment d'injustice devant l'état de la planète laissée par la génération précédente. De l'autre, ils s'engagent avec confiance, certains de trouver des solutions. En montagne, ils fourmillent d'idées, s'interrogent sur leurs pratiques futures, imaginent les nouveaux itinéraires* » relate Nicolas Raynaud, président de la FFCAM, par ailleurs coordonnateur de la section.

En clôture de la *Sustainable Summit Conference*, Paul Petzl fit un éloquent discours sur l'innovation où il rappela la responsabilité des hommes sur l'avenir des hautes montagnes, notre bien commun, et invita la communauté montagnarde à être plus solidaire et plus respectueuse de notre Terre mère. Après son intervention, il nous confia : « *Je vois un aspect positif à l'accélération des changements globaux. Les problèmes deviennent très visibles et nous poussent à agir. Nous, à la fondation Petzl, souhaitons être un catalyseur pour que le collectif qui représente la communauté montagnarde ait une vision plus large que l'intérêt de chacun de ses membres. Nous devons parler d'une voix forte et au-delà des montagnes.* » Le Mont-Blanc, paraphrasant Gaston Rébuffat, lui répondit en écho : « *Les montagnes ne vivent que de l'amour des hommes* ». C'est entendu. M

Migration climatique

De nombreux professionnels s'interrogent sur leur avenir professionnel. Certains se vivent même comme des migrants climatiques. C'est le cas de François Taffin – guide, accompagnateur, moniteur de ski – rencontré à Chamonix et qui a été contraint à un déménagement, un choix radical difficile à prendre à l'approche de la cinquantaine. « *Ce n'était plus possible de travailler l'hiver dans le Vercors, vu les saisons de plus en plus courtes et aléatoires. Et les étés à La Bérarde étaient tout aussi compliqués. Alors, en 2005, j'ai vendu mon gîte et mon magasin situés à Presles et je suis parti m'installer avec ma famille à Macot – La Plagne. L'été, je suis salarié de l'UCPA à Chamonix où il reste encore de belles étendues glaciaires pour des courses d'initiation, un alpinisme classique.* ».

© Fanny Vandecandelaere

LE RECUL DES GLACIERS DANS LES MONTAGNES DU MONDE

QUESTIONS À

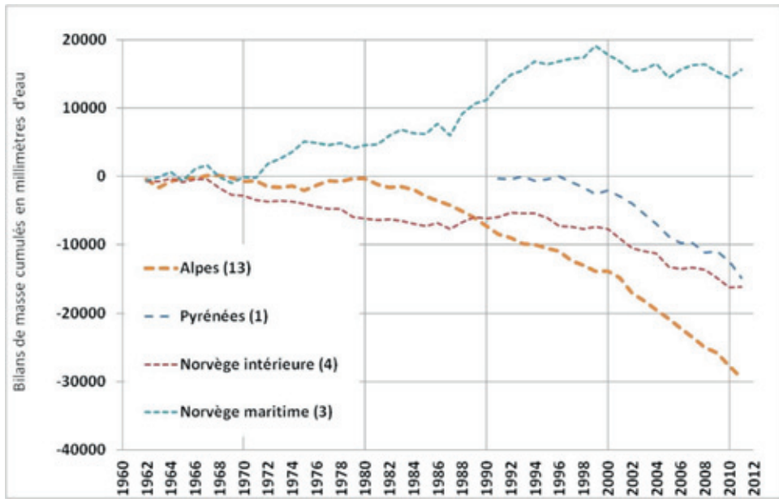
Bernard Francou

Directeur de Recherche émérite (IRD/UGA, Grenoble), Membre du Comité Scientifique de la FFCAM

Le recul des glaciers est-il général ?
Il y a plus de 200 000 glaciers de montagne dans le monde. Mais moins de 3 % font l'objet d'un suivi, soit au sol, soit à partir d'images prises d'avions ou de satellites. Aussi convient-il d'être modeste pour tirer des généralités. Cependant, à l'échelle de massifs comme les Alpes, les Andes tropicales, ou l'Alaska, les glaciers se comportent sur le long terme de façon remarquablement semblable. Pour relier les glaciers au climat, il faut considérer le bilan de masse, qui est la différence entre la quantité de neige tombant sur le glacier en une année (l'*accumulation*, qui a lieu chez nous surtout l'hiver), et la quantité de glace ou de neige qui disparaît (l'*ablation*), liée principalement à la fonte d'été. Si le bilan est positif, le glacier gagne de la masse et sa taille augmente, s'il est négatif, le glacier diminue. Cette évolution traduit l'action du climat sur le glacier. En additionnant les bilans obtenus sur une décennie ou plus, on voit apparaître, par delà les variations d'une année sur l'autre, une tendance. C'est ce que montre cette figure*. Ces courbes nous disent que les glaciers représentés diminuent, certains depuis les années 1980, d'autres depuis les années 1990, et d'autres enfin seulement depuis le début des années 2000. Dans les Alpes, le recul des glaciers se met en place au milieu des années 1980 et s'accélère depuis 2002-2003.

Pourtant, des glaciers perdent moins de volume que d'autres…
C'est vrai. Les petits glaciers culminant à faible altitude (moins de 3 400 m dans les Alpes, moins de 5 400 m sous les tropiques), qui n'ont plus de zone d'accumulation, perdent beaucoup, comme le glacier de Sarennes dans les Grandes Rousses, qui est en train de disparaître. C'est le cas aussi de Chacaltaya, en Bolivie, au-dessus de La Paz, qui a disparu en 2010. En revanche des glaciers couverts (appelés *glaciers noirs*) résistent un peu mieux car leur couverture pierreuse joue un rôle isolant. À l'échelle mondiale, des données récentes montrent que les glaciers du Karakorum ou, plus au nord, ceux des Kunlun, sont proches de l'équilibre : leur taille reste stable. Ce sont souvent des glaciers « froids », qui évoluent avec des températures moyennes en-dessous de 0°C, aussi la glace dans leur partie basse doit-elle devenir « tempérée », c'est-à-dire à température de fusion, avant d'entamer une fonte massive. Enfin, certains glaciers ont eu « la chance » d'avoir leur accumulation hivernale « gonflée » par de fortes chutes de neige pendant une décennie ou deux. On a vu cela se produire sur les glaciers de la façade atlantique de la Norvège à cause d'une oscillation propre à l'Atlantique nord, ou ceux de Nouvelle-Zélande exposés à de fortes précipitations associées au phénomène El Niño dans le Pacifique sud. Ce « coup de fouet » leur a permis de réaliser de belles avancées dans les années 1980-1990, alors qu'au même moment la fonte d'été restait forte.

Peut-on envisager que ce type de « crues » se reproduise dans le futur ?
Ces crues ont pris fin autour de l'an 2000, mais il n'est pas impossible qu'un hiver bien enneigé suivi d'un été frais et humide fasse que le glacier conclue l'année avec un bilan positif. Si cela se produit plusieurs années consécutives, la masse du glacier va croître dans sa partie haute, et cette quantité de glace arrivant au bout de quelques ▸



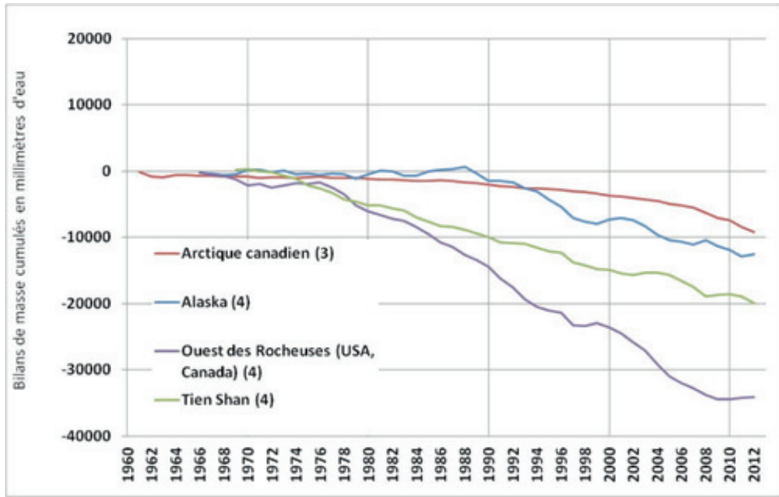


Photo page de gauche, **travaux glaciologiques sur le volcan Antisana, à 5 760 m, dans les Andes équatoriennes. Situé à peu de distance de l'équateur, il domine directement la plaine amazonienne. © Bernard Francou**

Figure : Bilan cumulé en mm d'équivalent-eau de 21 glaciers d'Europe (en haut), de 11 glaciers d'Amérique du Nord et de 4 glaciers d'Asie centrale (en bas). Les chiffres indiquent le nombre des glaciers pris en compte dans le calcul des moyennes par régions. Ainsi voit-on que dans les Alpes, entre le début des années 1960 et 2010 (surtout en fait entre 1985 et 2012), les glaciers ont perdu en moyenne près de 30 m d'eau (donc davantage de glace) répartis sur toute leur surface. Sources: WGMS, Glacioloclim, Francou et Vincent, 2015.

Mesure du bilan d'énergie sur le glacier de Zongo (Bolivie), un des glaciers les plus étudiés des tropiques. Ce type de travail permet d'étudier les conditions physiques dans lesquelles la glace disparaît à la surface des glaciers. © Bernard Francou

▸ années dans sa partie basse, son front va progresser vers l'avant sur quelques dizaines de mètres. C'est ce qui s'est produit dans les Alpes au milieu des années 1980. Mais avec le réchauffement actuel du climat, ces crues passagères ne peuvent que ralentir la diminution des glaciers sans inverser cette tendance.

Est-ce un phénomène nouveau à l'échelle historique ?
Non. Il y a eu des périodes dans l'histoire où les glaciers ont été au moins aussi réduits sinon plus qu'à la fin du 20ème siècle : la période romaine, il y a 2 000 ans, puis il y a environ 7 000 ans en arrière au plus chaud de notre âge interglaciaire (que l'on appelle l'Holocène), et enfin, plus loin dans le temps, lors de la précédente période interglaciaire il y a 125 000 ans. Nous étions dans la période pré-industrielle et le climat variait alors sous l'effet de causes naturelles, la plus importante étant le flux d'énergie variable qui nous vient du Soleil. À présent – on en a les preuves indiscutables avec les gaz extraits des bulles d'air des carottes de glace polaires sur une période de plus de 700 000 ans – la composition chimique de l'atmosphère n'est plus la même et ce sont les gaz à effet de serre que nos activités y injectent qui contrôlent pour une grande part l'évolution du climat. Le réchauffement va donc se poursuivre au-delà de ce qu'il a déjà produit (une hausse 1°C à 2°C en haute montagne depuis un siècle) et l'on va sortir d'ici la fin du siècle de la variabilité naturelle du climat dans lequel notre espèce a vécu au cours des deux derniers millions d'années. Les glaciers vont donc continuer à fondre, ceux qui couvrent les montagnes, mais aussi ceux des parties les plus vulnérables des grandes calottes polaires, Groenland et Antarctique. On parle là d'énormes masses glaciaires dont la fonte est appelée à contribuer fortement à la montée du niveau marin dans le futur. En restant dans les glaciers de montagne, notons qu'ils contribuent de nos jours à un quart environ de cette montée, ce qui n'est pas rien !

Le recul va-t-il donc se poursuivre ?
Oui, malheureusement. Un glacier, quel qu'il soit, tend vers l'équilibre avec le climat du moment. Si le climat se réchauffe, alors le glacier réduit son volume, sa surface et sa longueur de façon appropriée pour s'adapter à la nouvelle donne. Ainsi mes collègues de l'IGE** à Grenoble montrent-ils que la Mer de Glace dans le massif du Mont-Blanc doit perdre un bon kilomètre de longueur d'ici 2040 pour s'adapter au climat des dernières années écoulées, même si dans le futur la température n'augmente pas ! Ce kilomètre s'ajoutera au 0,8 km qu'elle a déjà perdu entre 1958 et 2012. En Suisse, nos collègues de l'ETH*** de Zurich s'attendent à une perte de 40 % du volume du glacier d'Aletsch (le plus grand des Alpes avec ses 22 km de long) pour qu'il s'équilibre avec le climat actuel. Pour l'avenir, avec une croissance considérée comme « raisonnable » de la température de 2°C d'ici la fin du siècle, il devrait perdre 90 % de son volume et 10 km de longueur ! Étendues à l'ensemble des Alpes, les simulations faites dans ce même laboratoire montrent que pour un climat augmentant sa température de 2°C ou de 5°C d'ici 2100 (deux scénarios possibles), il ne resterait plus que 18 % ou 4 % des glaciers. Seuls les massifs les plus élevés conserveraient quelques bouts de glaces. Qu'est-ce que cela démontre ? Simplement la grande vulnérabilité de nos glaciers face à l'évolution actuelle du climat. Le message qu'ils nous envoient doit nous pousser à une extrême vigilance sur cette question du changement climatique. Les paysages que nous avons sous les yeux en haute montagne changent à une vitesse sans précédent, et les glaciers en sont en quelque sorte les « lanceurs d'alerte ».

* *Francou, B., & Vincent, C., 2015. Quoi de neuf sur la planète blanche ? Comprendre le déclin des glaces et ses conséquences.* Ed. Glénat.

**Institut des Géosciences de l'Environnement, Université de Grenoble-Alpes

***Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.

En savoir plus

Ressources et infos pratiques

• **Educ'Alpes**
Ressources du pôle Educ'Alpes Climat. Un excellent dépliant-poster de sensibilisation grand public « Changement climatique : C'est chaud pour les Alpes ! »
http://chaud-pour-les-alpes.fr
• **Mountain Wilderness**
Campagne « Changer d'approche : la montagne autrement » et brochures « 10 idées de sorties montagne sans voiture »
www.mountainwilderness.fr
• **La Chamoniarde**
Informations sur les conditions du moment via l'Office de Haute Montagne et l'application Obs-Alp (en partenariat avec EDYTEM pour renseigner des événements naturels).
www.chamoniarde.com/
www.obsalp.com

Recherche et interface science-société

• **EDYTEM** (CNRS – Université Savoie Mont-Blanc)
http://edytem.univ-savoie.fr
• **Institut de Géosciences de l'Environnement IGE** (CNRS - IRD – Université Grenoble Alpes). Observatoire GLACIOCLIM, dans les Alpes, les Andes, l'Himalaya et l'Antarctique.
www.ige-grenoble.fr
• **RefLab / Refuges Sentinelles.** Programme de recherche-action co-piloté par le LabEx ITEM (Université Grenoble-Alpes) et le Parc national des Écrins.
reflab.hypotheses.org
• **GIEC** (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat)
www.ipcc.ch
• **PARN** (Pôle Alpin d'études et de recherche pour la prévention des Risques Naturels)
risknat.org

Observatoires du changement climatique

• **OBsCAN** (Savoie – Alpes du nord) www.mdp73.fr
• **ORECC** (Auvergne-Rhône-Alpes)
orecc.auvergnerhonealpes.fr
• **OPCC** (Pyrénées) opcc-ctp.org
• **GREC-PACA** (Provence-Alpes-Côte d'Azur) www.grec-paca.fr

À lire

• ***Quoi de neuf sur la planète blanche. Comprendre le déclin des glaces et ses conséquences,*** Bernard Francou et Christian Vincent, Glénat, 2015.
• ***Neige, Glace et Mixte, le topo du massif du Mont-Blanc*** (tome 1 – du trient au Géant), JME Éditions, 3e édition, 2018.

• ***Atlas des glaciers disparus,*** Sylvain Coutterand, éditions Paulsen Guérin, 2018.

À écouter, à voir

• **4e Sustainable Summits Conference.** Vidéos des interventions à revoir sur la page Facebook de l'évènement.
https://www.sustainable-summits2018.org
• **Parc national des Écrins.** Deux séquences multimédia sur le thème de l'alpinisme et du changement climatique.
www.ecrins-parcnational.fr/actualite/temoins-changements-climatiques