



**DI**  
**ENQUÊTE**

# Fonte des glaciers

**70 sites à risques**  
**20 000 personnes concernées**

**Notre enquête sur les effets  
du dérèglement climatique**

## Sécurité

# Risques glaciaires : 70 sites jugés sensibles dans les Alpes

**Protéger les glaciers et s'en protéger. Près de 20 000 personnes seraient exposées aux dangers induits par leur fonte : effondrements, lacs, ruptures de poches d'eau... Les scientifiques mènent une course contre la montre quand tout s'accélère. À Saint-Gervais (Haute-Savoie), une autre menace a été localisée.**

C'était l'aube de l'ère industrielle, la fin de la dernière crue pour nos géants blancs : le petit âge glaciaire.

On ne parlait pas de hausse de températures mais la plus grande catastrophe due à la colère des glaciers reste celle de Tête Rousse, à Saint-Gervais (Haute-Savoie) en 1892. La rupture d'une poche d'eau de 100 000 m<sup>3</sup> déclencha une lave d'un million de m<sup>3</sup> de boues, végétaux et roches et fit 175 morts. En 1965, il n'était pas question de dérèglement climatique lorsque l'effondrement du glacier de l'Allalin englobait 88 ouvriers du barrage de Mattmark (Suisse).

En revanche, la rupture de la Marmolada, le plus grand des Dolomites (Italie), en 2022, ensevelissant onze randonneurs, est bien liée à la crise climatique et à la canicule. Ces risques d'affaissement ou de vidange sont accrus par les températures. Les glaciers sont, avec les tsunamis ou les crues, l'une des dix menaces causées par la hausse du mercure, pour le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Les alertes liées à la fonte glaciaire sont allées crescendo. Elles ont pris la forme de

lacs en gestation, au front des glaciers ou en surface. Près de 700 ont été recensés dans les Alpes et la vidange potentielle de certains présente un risque de lave torrentielle. Un premier cas a été observé dans les années 1960 à Pralognan (Savoie), en Vanoise, occasionnant des dégâts matériels. Dans les années 1980, pour éviter pareil phénomène, les lacs apparus au pied du glacier d'Arsine (Écrins, Hautes-Alpes) furent les premiers à faire l'objet de travaux de vidange préventifs. En 2005, c'était au tour de Rochemelon (Savoie), à la frontière italienne. La fonte s'accéléra et le risque semble aller de pair.

**8 millions d'euros pour se préserver de Tête Rousse**

En 2010, une nouvelle poche sous-glaciaire dans ce maudit Tête Rousse et ses opérations de pompage firent monter d'un cran la prise de conscience. Deux autres cavités seront découvertes en 2019. Récemment, un réservoir de volume équivalent à la poche de 20 09 (60 000 m<sup>3</sup>) a été détecté en partie amont au niveau d'une crevasse à l'interface avec le

socle rocheux. « De prochaines investigations devraient préciser ces observations, qui ne présentent pas de caractère inquiétant » tempore la préfecture. Bref, Tête Rousse est toujours sous haute surveillance avec un système

glaciaire (ROGP), dans le deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC).

Cinq ans après, pour le troisième PNACC, censé préparer à vivre dans un monde à +1° C, la stratégie s'affine. « Armer les collectivités pour qu'elles aient un diagnostic permettant de mettre à l'abri les populations », tel est le mot d'ordre de l'actuelle ministre Agnès Pannier-Runacher. Car les signaux se multiplient : deux lacs ont dû être vidés d'urgence, à Chamonix, aux Bossons, et à Tignes, sur le site de Rosolin, toujours sous surveillance. Et en juin 2024, il y a eu la destruction de La Bérarde (Isère) par une lave torrentielle à l'origine localisée dans le glacier de Bonnepierre (lire par ailleurs).

**360 bassins analysés**

Depuis 2021, Pierre Verry, patron du service Restauration des terrains de montagne (RTM) de l'Isère à l'Office national des forêts (ONF), est chargé, au niveau national, de suivre ces risques émergents qui incluent les chutes de parois ou glissements de terrain en lien avec la fonte du permafrost, soit 700 km<sup>2</sup> de versants, 10 % des territoires à plus de 2000 m

(1900 km<sup>2</sup> en Suisse). En 170 ans, les chutes de pierres ont doublé dans le Mont-Blanc.

La mission : passer au peigne fin 360 bassins de risques sur les 604 initialement identifiés et modélisés par ordinateurs pour répertorier les sites potentiellement dangereux. Avec 70 analyses en priorité car ayant une sensibilité plus forte. « On procède par levée de doute ». Près de 20 000 personnes seraient exposées, selon un rapport de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD), de décembre 2022, dans des massifs de notoriété mondiale où le poids du tourisme est considérable.

Selon les formes géomorphologiques (glaciers blancs, glaciers rocheux, lacs glaciaires, parois à permafrost), il s'agit d'observer dans quelle mesure « en faisant tomber la montagne », cela impacterait des infrastructures. Le nouveau plan donne plus de moyens pour cartographier ces risques (modélisation par images satellites, radars, télédétection laser) et suivre l'évolution des régimes thermiques qui conditionnent la désagrégation de ces mélanges de glace, air et roche.

Ces phénomènes sont amplifiés par le rôle de la pente et leur caractère évolutif complique leur suivi, selon l'IGEDD : « L'amenuisement des glaciers est un élément d'aggravation du risque, les matériaux que la fonte laisse en surface constituent autant d'éléments supplémentaires à charrier lors d'un effondrement majeur. »

● **Antoine Chandellier**



Le paravalanche du glacier de Tacconnaz à Chamonix, prévu pour les coulées de neige, sera-t-il suffisant pour protéger les habitations ? Photo Le DL/A. Ch.

d'alerte pour les populations en aval. En quinze ans, 8 millions d'euros d'argent public ont été consacrés à ces dispositifs. En 2019, Élisabeth Borne, ministre de la Transition écologique, lançait une stratégie de prévention des risques d'origine glaciaire et périgla-

re à l'Office national des forêts (ONF), est chargé, au niveau national, de suivre ces risques émergents qui incluent les chutes de parois ou glissements de terrain en lien avec la fonte du permafrost, soit 700 km<sup>2</sup> de versants, 10 % des territoires à plus de 2000 m

## Chamonix face à la crainte d'avalanches glaciaires

Représentant 40 % de la surface glaciaire française, le Mont-Blanc et ses vallées sont les plus exposés. Chamonix, aux 110 couloirs d'avalanche, est dominé par les plus grandes cascades glaciaires d'Europe, un versant himalayen. Même à haute altitude, les glaciers dits froids peuvent être

impactés par la hausse de température. C'est le cas de Tacconnaz, qui culmine à 4300 m au dôme du Gôlter où, en 100 ans, la température a pris 2,5° C.

Surplombant la vallée, une route internationale et des dizaines de maisons, il pourrait s'effondrer en devenant tempéré. L'Insti-

tut de géoscience de l'Environnement (IGE) de Grenoble effectue un monitoring régulier qui évalue la vitesse d'écoulement et travaille, sous l'égide de la Direction générale de la protection des risques, sur des scénarios de fracturation. Si la partie suspendue du glacier se réchauffe

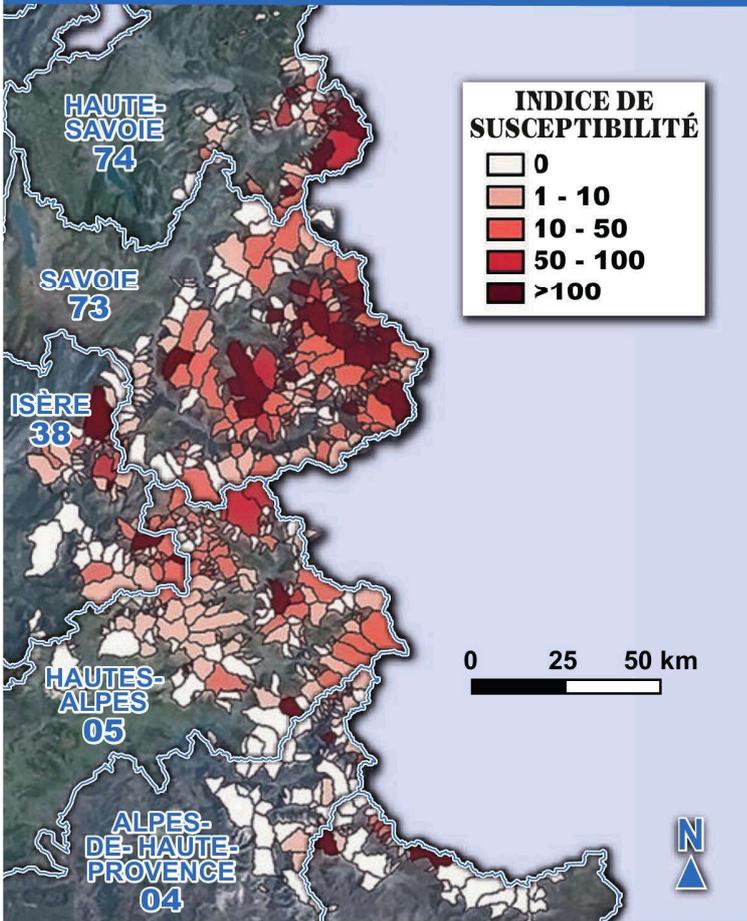
jusqu'à atteindre le point de fusion, il pourrait glisser sur sa base. Or en bas, le plus grand paravalanche d'Europe, construit en 1991, atteint ses limites.

« Si tout part d'un coup, il ne serait plus dimensionné pour retenir des volumes estimés à 10 millions de mètres cubes, cinq fois sa

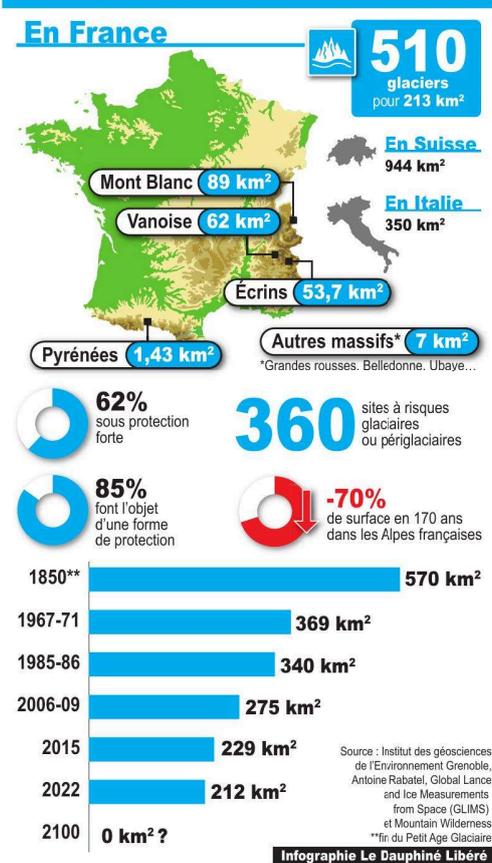
capacité de rétention », selon le glaciologue Christian Vincent (CNRS), évoquant une épée de Damoclès. Sur le site voisin du Bourgeat, une caméra de surveillance a été installée. Les scientifiques redoutent des avalanches glaciaires massives.

● **A.Ch.**

## CARTOGRAPHIE DES SUSCEPTIBILITÉS DES BASSINS AUX RISQUES D'ORIGINE GLACIAIRE OU PÉRIGLACIAIRE



## ÉTAT DES LIEUX EN 2025



**► Sur le web**

Pour découvrir l'ensemble des contenus de notre enquête, scannez ce QR Code.



Des balises permettent de dresser le bilan de masse et évaluer la fonte des glaciers. Photo Le DL / A. Ch.

# Inexorable, la fonte s'est poursuivie en 2024

2024 a été moins dramatique que 2022 et 2023 pour nos glaciers dont 10 % du volume s'étaient évaporés en deux ans. Record absolu. Septième millésime le plus pluvieux selon Météo France, ce fut aussi le quatrième le plus chaud. Mais à Chamonix (Mont-Blanc), la température moyenne a atteint un niveau sans précédent. Malgré les cumuls à haute altitude, en hiver tous nos glaciers, suivis par l'observatoire Glacioclim, ont été en déséquilibre, la fonte dépassant l'accumulation. Dans la continuité de 2022 et 2023 en matière d'accélé-

ration climatique. La fonte a été aussi violente sur août, record d'ablation derrière juillet 2022. « Résultat : tous les bilans sont négatifs, voire bien négatifs », confirme Delphine Six, directrice adjointe de l'Institut des géosciences de l'Environnement (IGE) à Grenoble.

● **La mer de Glace a perdu 2,2 m de glace en moyenne**  
« On reste dans une phase aux étés particulièrement chauds. Et les glaciers dont le front descend très bas ont été particulièrement impactés, il a davantage plu que neige ». Malgré un bilan

positif en amont, le plus grand glacier français voit sa langue reculer jusqu'à une centaine de mètres de la verticale du train du Mont-tenvers.

La mer de Glace a perdu 2,2 m de glace en moyenne sur toute sa surface, pire que la perte moyenne sur 20 ans (2003-2024) : -1,8 m. Idem pour Gébroulaz (Vanoise) qui a minci d'1,4 m (1,2 m).

Pour d'autres, le déficit est moins marqué. Dans les Grandes Rousses (Savoie), Saint-Sorlin a perdu 1,60 m de glace (-2,3 m en moyenne sur 20 ans, -4,20 m en 2022).

Dans les Hautes-Alpes, le glacier Blanc (Écrins), a aussi fondu plus qu'il n'a gagné en masse, malgré un cumul de neige pas vu depuis 2001, avec une perte moyenne de 0,4 m d'épaisseur.

Si la fonte a été tardive (août), elle fut rapide. Les épisodes de sable saharien ont accéléré la disparition de la couche neigeuse.

Ce bilan est l'un des moins déficitaires depuis dix ans, mais la tendance est irrévversible. Le front du glacier Blanc a reculé de 16 mètres, désormais à 2600 m.

● **A.Ch.**

Isère

# Catastrophe de la Bérarde: quel rôle a joué le glacier de Bonne-Pierre?

Dans la nuit du 20 au 21 juin 2024, le hameau de Saint-Christophe-en-Oisans a été en partie détruit par une crue spectaculaire du torrent des Étançons. Personne n'a vu venir la menace de cette lave torrentielle, notamment alimentée par la vidange brutale d'un lac qui reposait sur le glacier.

Impossible d'oublier les images de ce hameau isérois éventré par une impitoyable vague de pierres. Celles de ces morceaux de montagne qui engloutissent la quasi-totalité d'un chalet. Celles d'un sauveteur qui désosse le reste d'une toiture à coups de marteau pour secourir *in extremis* un couple de vacanciers, réfugié à l'étage. « Certaines personnes ne sont pas passées loin », résumait le préfet de l'Isère de l'époque, « inquiet » en gérant, depuis sa cellule de crise, sans doute l'opération de sauvetage la plus marquante de sa carrière.

**« On ne peut pas exclure qu'il se vidange à nouveau de façon violente »**

D'où vient toute l'eau qui a causé une crue spectaculaire du torrent des Étançons, n'ayant miraculeusement pas fait de victime, le 21 juin 2024? Une partie de la réponse se trouve 1000 mètres au-dessus du village, où règne le glacier de Bonne-Pierre, suspendu aux caprices du réchauffement climatique. La veille de la ca-



La crue dévastatrice a été causée par plusieurs facteurs : la vidange soudaine d'un lac qui reposait sur le glacier de Bonne-Pierre et de potentielles poches d'eau stockées sous la glace, des pluies intenses et une fonte nivale importante. Photo Le DL/Benoît Lagneau

tastrophe, un lac reposait encore sur ce champ de glace. L'équivalent en eau de 40 piscines olympiques, vidangées en quelques heures.

Pourtant connu depuis 2016, ce lac supraglaciaire n'a jamais été surveillé par les services de l'État. « Depuis quelques années, on savait qu'il se vidangeait tranquillement pendant l'été, sans qu'il n'y ait de crue à l'aval, précise Olivier Gagliar-

dini, glaciologue à l'Institut des géosciences de l'Environnement à Grenoble. Ça ne faisait aucun dégât et passait complètement inaperçu, personne ne s'était inquiété. »

Ce qui a changé l'an passé? Premièrement, « l'eau a peut-être pris un chemin différent sous le glacier », suppose l'expert. Deuxièmement : la vidange aurait probablement emporté avec elle des réserves

liquides, dormant sous la glace. Voilà qui expliquerait, en partie, pourquoi le volume d'eau total en provenance du glacier pourrait être quatre fois supérieur à celui du lac.

Derniers ingrédients ayant alimenté le torrent dévastateur, ajoutant une « lame d'eau énorme » : un cumul de pluie intense, « le plus fort depuis 1958 » pour cette période de juin, un niveau d'enneigement

« important » et « des températures très douces en provenance du sud », d'après le bilan du service de Restauration des terrains en montagne (RTM).

Quatre mois après la crue cauchemardesque, en quête de réponses plus précises, trois spéléologues - dont Éric Larose, géophysicien spécialiste des risques naturels au CNRS - pénètrent dans les entrailles du glacier, depuis le supposé exutoire. Casques, piolets et crampons obligatoires pour explorer le boyau gelé par lequel le lac s'est probablement vidangé. Au bout de 100 m, le conduit s'élargit. Bingo ! D'après les experts, l'équipe se trouve dans une ancienne poche d'eau. 10 000 m<sup>3</sup> siphonnés d'une traite la nuit de l'événement. « Avec les fortes pluies du printemps dernier, tout le réseau hydraulique sous le glacier s'est mis en charge, indique Olivier Gagliardini. Or, quand les cavités atteignent une certaine pression, le barrage peut céder. » Existe-t-il d'autres réserves cachées comme celle-ci? Difficile de le savoir à ce jour puisque le tunnel de glace, aux allures de « lami-noir », butte sur un cul-de-sac. Pas plus de réponse, côté lac, 500 mètres plus loin : le regel a également bouché le conduit qui part du fond du bassin. Conséquence, « il existe une forte probabilité que le lac se reforme au printemps ou dans les années qui viennent, tranche Éric Larose. On ne peut pas exclure qu'il se vidange à nouveau de façon violente. »

● Simon Marseille

## Protéger le village pour espérer y revivre

« Le hameau n'est pas habitable en l'état », juge la Direction départementale du territoire (DDT). Les phénomènes responsables de la crue - la vidange du lac et d'éventuelles poches d'eau, les pluies intenses et la fonte de neige importante - ont été décortiqués par le service RTM : « L'analyse de chacun de ces facteurs ne permet pas d'exclure l'occurrence d'une crue d'une telle magnitude à l'avenir dans le contexte actuel de changement cli-

matique. » Pour autant, les habitants pourront-ils dormir de nouveau dans leurs chalets un jour? « Tout est au conditionnel », tempère Fabien Mulyk, président du Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (Symbhi), organisme chargé d'imaginer un aménagement capable de protéger la Bérarde d'une éventuelle nouvelle lave torrentielle.

Pour absorber un tel volume, faut-il agrandir le lit initial du torrent? Conserver le nouveau que s'est

taillé le cours d'eau, la nuit de la catastrophe, et qui coupe désormais le village en deux? Est-il préférable de condamner définitivement le cœur du hameau? Toutes les options sont sur la table. Un chantier pourrait démarrer, au plus tôt, en 2027.

« Cette [éventuelle] protection ne portera que sur le bâti existant. Pour les biens qui ont été détruits, la messe est dite », indiquait la DDT lors d'une réunion publique en dé-

cembre. En clair, aucun permis de construire ne sera délivré. Principe d'inconstructibilité au titre des risques, au regard de l'article R111-2 du code de l'urbanisme. « C'est choquant ! On se retrouve sur le carreau », s'étranglait cet hiver une des 18 sinistrés de la Bérarde. Tous se verront proposer un dédommagement de l'opérateur public qui acquerra les terrains. Et s'ils refusent? Ils risquent l'expropriation.

● S.M.



Parmi les scénarios possibles pour la Bérarde, le plus optimiste envisage d'agrandir le lit principal du torrent. Le DL/Benoît Lagneau

Environnement



Le lac et le glacier du Grand Méan en Savoie. Photo Le DL / Francois Delestre

# Comment les protéger

Alors que 2025 a été déclarée «année internationale de la préservation des glaciers» par les Nations unies, où en sont les objectifs de l'État en matière de protection de nos géants en souffrance, dont les trois quarts sont condamnés à l'horizon 2050 ?

Commençons par dissiper une confusion. Ne pas confondre sauvegarde et protection de ce patrimoine glaciaire dont le destin dépend plus des émissions mondiales de gaz à effet de serre que de notre action locale. Nos glaciers fondent depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle et ce déclin inexorable a subi une double accélération au début des années 2000, puis avec la succession des caniculaires étés 2022 et 2023. «Le contexte international, avec la réélection de Trump, un monde qui est déjà à +1,5°C et le non-respect des accords de Paris ne poussent pas à l'optimisme», déplore Jean-Baptiste Bosson, chercheur au Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie, coauteur d'une étude qui a modélisé le dégel des 210 000 glaciers du globe.

D'ici 2100, leur surface diminuera de 50 %, libérant de nouveaux écosystèmes clés pour le vivant. En France, quoi qu'on fasse, les trois quarts d'entre eux, les plus petits, auront disparu au milieu du siècle. «Pour les plus grands, à l'échéance 2080-2100, il faut continuer à se battre pour les sauver», estime Delphine Six, directrice adjointe

de l'Institut des géosciences de l'Environnement. Mais dans un monde à +4°C, il n'en restera plus rien. Le glaciologue haut-savoyard et son association Marge Sauvage sont à l'origine de la dynamique qui a incité l'État à inclure les glaciers et les espaces post-glaciaires dans la stratégie nationale biodiversité. La solution «passive» et coûteuse des bâches, expérimentée depuis 20 ans, n'a qu'un impact localisé. Il serait illusoire de recouvrir nos géants mourants. Dans la foulée du One Planet Polar Summit, en novembre 2023, Emmanuel Macron annonçait l'objectif de classer la totalité de nos glaciers sous protection forte, contre 64 % aujourd'hui. Un an après, la visite de la ministre de la Transition écologique en novembre à Chamonix était l'occasion de faire le point sur les avancées. Ou, selon les associations de protection de l'environnement telle Mountain Wilderness, du «sur-place». «Plus que le glacier en tant qu'entité physique, qui disparaîtra en partie, c'est le patrimoine paysager et immatériel qu'il s'agit de classer». Et de relever dans le propos d'Agnès Pannier-Runacher, un changement sémanti-

que, évoquant un objectif «vers lequel il fallait tendre», sonnait comme une ambition revue à la baisse.

La ministre évoquait l'absence de reconnaissance juridique de la définition de protection forte, donc de la limitation des activités humaines dont la pression impacte les enjeux écologiques. Pourtant, selon le géographe Lionel Laslaz, spécialiste des espaces protégés à l'Université Savoie-Mont-Blanc, un décret a été pris en ce sens le 12 avril 2022 par le ministère, dans le cadre de la stratégie nationale sur les aires protégées visant à classer 30 % du territoire dont 10 % sous protection forte d'ici 2030.

## Le cas du Mont-Blanc est emblématique

«Mais ce texte reste imprécis, avec des catégories clairement affichées comme relevant de la protection forte, les cœurs de parcs nationaux, les réserves naturelles, les arrêtés de protection de biotope. Et d'autres pour lequel le ministère a laissé une souplesse d'interprétation: sites classés, inscrits, réserves de chasse et faune sauvage, aires biologiques...» Or ces derniers sont dépourvus de plans de gestion fixant des objectifs de biodiversité ou de police de l'environnement pour faire res-

pecter la réglementation. Une instruction d'application est attendue pour clarification. Le cas du Mont-Blanc est emblématique. Site classé depuis 1951, au titre de la loi sur les paysages, tout chantier est soumis à l'aval de l'architecte des bâtiments de France ou du ministère. Ce qui n'a pas empêché de construire des refuges et des téléphériques (Aiguille du Midi, Grands Montets, mer de Glace).

Et que dire des catégories Natura 2000 ou Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique, qui relèvent davantage de l'inventaire ? «Dans le décret 2022, pas de précision sur les activités limitées. Le cas du glacier de la Grande Motte, à Tignes, est édifiant, avec une double protection forte, cœur de parc et réserve naturelle. Or, depuis 50 ans, des équipements y acheminent skieurs et touristes», relève Chloé Vial-Pailler, doctorante en géographie, qui travaille sur les relations entre espaces protégés et stations. Selon Mathieu Crétet, chargé de mission pour Mountain Wilderness, les acteurs ont manqué de vigilance lors des arrêtés de création de ces aires protégées. «Pas question non plus de placer ces espaces en réserve intégrale, sous cloche, interdisant l'homme, comme au Lauvitel (Oisans)», précise Jean-Baptiste Bosson.

## Repères ►

### ● Combien ?

Pour Antoine Rabatel (IGE), en charge du recensement via le réseau satellite Sentinel 2, plus que le nombre, c'est la surface glaciaire qui est éloquent.

Sur 213 km<sup>2</sup> recensés en France, le glaciologue a répertorié 510 glaciers fin 2022, 503 dans les Alpes et 7 dans les Pyrénées où il y en avait encore une trentaine il y a 20 ans. Mountain Wilderness recense 352 sites glaciaires (sans tenir compte des fragmentations).

### ● Ailleurs

On recense 944 km<sup>2</sup> en Suisse et 350 km<sup>2</sup> en Italie.

### ● Avenir

En 2050, 75 % des glaciers devraient disparaître, tous à moins de 3500 m d'altitude. À l'horizon 2100, la surface de la mer de Glace devrait diminuer de 80 % et le glacier d'Argentière, deuxième plus grand, disparaîtrait selon une trajectoire dite intermédiaire de +3 °C.

L'alpinisme, en tant que pratique, fait partie de l'histoire des territoires et son impact pèse peu au regard de l'effet dévastateur des températures.

Mais transférer les 36 % de zones glaciaires insuffisamment protégées, selon le recensement de Mountain Wilderness, sous réglementation forte, soit 130 glaciers sur 33 communes, nécessitera des procédures lourdes. «Extrêmement compliqué en cinq ans», estime Lionel Laslaz. «Impossible», tranche Bosson. Et Lionel Laslaz d'évoquer «une protection symbolique dite de la dernière chance».

Mathieu Crétet a recensé 50 glaciers sans protection réglementaire. Son association déplore un décalage entre paroles et actes. Qu'il des pactes territoriaux annoncés sous l'égide des préfets ? Des initiatives émergent à Chamonix, Tignes et Bourg-Saint-Maurice, où pourrait être signé le premier pacte territorial de protection, fin mars, lors du Festival Agir pour les glaciers alors que le 21 de ce mois sera consacré «Jour des glaciers» dans le monde. L'aiguille des Glaciers, point culminant de la commune de Haute-Tarentaise, à l'extrémité du Mont-Blanc, pourrait devenir une réserve ou une extension de celle existante des Contamines (Haute-Savoie).

● Antoine Chandellier

## Histoire

Il reste encore 510 glaciers sur le territoire national. Si une centaine au moins a disparu depuis les années 60, la fragmentation liée à la fonte aurait tendance à augmenter le nombre de sujets quand 60% de leur superficie a été perdue depuis 1850. Un passionné entretient cette mémoire de glace.

Qui sait que sous le versant nord du Thabor, la vaste combe d'éboulis était recouverte d'un glacier aux redoutables crevasse il y a un siècle ? Allez donc, comme Frédéric Mathieu fouiller sous la roche, la glace, « fossile » sommeille encore, indétectable par les satellites. N'a-t-on pas enterré un peu vite celui de la Sana, à Val Cenis, ou de la Pointe d'Archeboc, à Sainte-Foy en Tarentaise, mentionnés sur les cartes IGN comme « anciens glaciers » ? Depuis 2003, ce géologue de formation, « élève de Claude Allègre mais je ne cautionne pas ses thèses » et qui a fait un peu de glaciologie, est surtout un infatigable randonneur aux 2 000 balades à plus de 3000 m, familier de ces altitudes témoin du repli glaciaire.

## Sarenne, mort d'un témoin

Muni d'anciennes cartes d'état-major du XIX<sup>e</sup> siècle, du temps du petit âge glaciaire, Frédéric Mathieu est devenu un explorateur d'un monde perdu. Ces petits glaciers en voie de disparition, déjà morts pour la science, le passionnent. Comme il s'était passionné pour les derniers grognards napoléoniens ou les Poilus. Toutes les fins d'été, il passe trois à quatre semaines à arpenter ces versants aux vestiges glaciaires. Prédilection pour la Vanoise.

C'est ainsi qu'avec sa petite maison d'autoédition, Althéna, ce Parisien de Malakoff, encadrant à la Fédération française de randonnée pédestre, a lancé



Sarenne se réduisait fin 2022 à ce pan de glace maculé de pierres d'environ 1,5 hectare, 120 fois moins qu'il y a un siècle. En un an, il avait perdu cette année-là plus de 4,5m d'épaisseur. Photo Le DL/Antoine Chandellier

l'an dernier "Reliques glaciaires", seul et unique magazine consacré à l'exploration des glaciers en phase de disparition avancée. « Ici, pas de mer de Glace ni de star de la glaciologie française, mais des appareils de cinquième division, des oubliés, des méconnus, qui pourtant nous en disent long sur la fin inéluctable qui attend tous ces géants de glace ».

Il sonde les eaux vertes de petits lacs, découvre sous le lichen des sous-bassements de glace, tunnels, galeries enfouies ou parfois à découvert. Sous les pavés la glace... Grise, noire. « J'aime retrouver les traces du passé. Pour moi, tant qu'il reste des masses de glace fossile, il y a de l'eau en réserve, donc de la vie. Un hommage aux centaines de glaciers en train de disparaître dans l'indifférence. Ces petits volumes enfouis préfigurent ce que sera la mer de Glace. » Et le sagace

randonneur a même déniché à Avrieux, en Haute-Maurienne, un glacier jamais référencé à ce jour, au creux d'un sommet anonyme, depuis baptisé Pointe du Fond d'Avrieux.

Le recensement des glaciers français n'a pas toujours été aisé. L'imagerie satellite a simpli-

2,5 et 115 glaciers ont disparu !

Fin 2023, la communauté scientifique a enterré le glacier de Sarenne (Isère) à l'Alpe d'Huez. Un petit monument de la glaciologie, l'un des six Français du réseau d'observation Glacioclim. Suivi par l'ONF depuis 1948, Sarenne était le glacier qui enregistrerait la plus longue série de données dans le pays. Totalement dépourvu de zone d'accumulation, le spécimen de l'Alpe d'Huez est désormais réduit au statut de glaçon enfoui sous les matériaux rocheux. Lors de son ultime mesure, en 2022, il se réduisait à 1,5 hectare, 120 fois moins que sa surface il y a un siècle quand il occupait toute la combe. À partir de quand décrète-t-on un glacier cliniquement mort ? Pour Antoine Rabatel, glaciologue à l'Université Grenoble Alpes et en charge de l'inventaire des glaciers français, deux paramètres entrent en ligne de compte : l'absence de dynamique et la

surface. « Quand il n'y a plus d'écoulement, on parlera de glace morte. Et en dessous d'une superficie de 0,1 km<sup>2</sup>, une dizaine d'hectares, on n'est plus en présence de glacier au sens strict ».

Pour Antoine Rabatel, avec le contexte climatique, évoquer le nombre de glaciers disparus devient moins pertinent. « Ils ont tendance à se fragmenter donc à se démultiplier, à l'instar de Talèfre qui autrefois était connecté à Leschaux et à la mer de Glace formant un seul ensemble ». Pour l'observateur, qui s'appuie sur les données de l'agence spatiales européennes, et les satellites Sentinel 2, il est plus pertinent de raisonner à partir de la déperdition de surface glaciaire. Lors du dernier recensement fin 2022, le scientifique avait répertorié 503 glaciers dans les Alpes pour une superficie inférieure de 60% à ce qu'elle fut au petit âge glaciaire. Soit 70% de volume en moins.

● Antoine Chandellier  
(\*) <http://reliquesglaciaires.free.fr/>

## Sur les traces des glaciers disparus

fié la tâche. En 2014, l'inventaire de la glaciologue Marie Gardent, portant sur les trois principaux massifs, Mont-Blanc, Écrins, Vanoise, relevait que la superficie des glaciers était de 275 km en 2006-2009, soit -25% depuis la fin des années 60, et -50% depuis la fin du Petit âge glaciaire. En 40 ans, le rythme de fonte a été multiplié par

## 50 glaciers sans protection selon Mountain Wilderness<sup>(\*)</sup>

**Massif des Arves** : Glacier de Gros Jean (Valloire, Savoie).

**Grands Rousses** : Sarenne (Le Freney d'Oisans, Isère).

**Belledonne** : Freydane (Saint-Agnès, Isère), glaciers du Gleyzin (Haut-Bréda), glacier du Bec d'Arguille, glacier de la Grande Valloire (Saint-Colomban-des-Villard, Savoie).

**Haute-Maurienne (Sa-**

**voie)** : glacier de Clarant, glacier d'Etache, glacier du Sommeiller, glacier d'Ambin, glacier Ferrand, glacier des Aiguilles, glaciers Est et Ouest de l'Arcelle Neuve (Val Cenis, Savoie), glacier du Vieux, glacier du Pas du Chapeau, glacier de Roche Michel, glacier de Rochemelon, glacier de l'Arcelle, glaciers Sud et Nord de la Grande Felouse,

glacier du col d'Ouille Mouta, glacier du Col d'Ouille Mouta, glacier de Charbonnel, glacier de derrière le Clapier, glacier du Baounet, glacier d'Arbèron, glacier des Grandes Parés, glacier du passage du Colerin, glacier du Colerin, glacier du Grand Fond (Besans), glacier supérieur du Vallonnet, glacier inférieur du Vallonnet, glacier des Sources

de l'Arc, glacier du Grand Pisaillas (Bonneval-sur-Arc).

**Haute-vallée de l'Isère (Savoie)** : glacier de la Sassièrre, glacier du Fond, glacier de l'Invernet, glacier du Grand (Sainte-Foy en Tarentaise), Glacier du Varet (Bourg-Saint-Maurice).

**Vanoise (Savoie)** : glacier de Bellocôte, glacier de la Chiauppe, glacier du Cul du Nant,

glacier du Midi de Bellocôte (Champagny en Vanoise), glacier du Borgne (Les Al-lues).

**Mont-Blanc** : glacier d'Enclave, glacier des Lanchettes, glacier des Glaciers, petite aiguille des Glaciers (Bourg-Saint-Maurice, Savoie).

(\*) Certains sont déjà considérés comme morts, tous ne font l'objet d'aucun classement.

Économie

# Vers un repli des projets touristiques ?

La question de l'aménagement et du tourisme autour des glaciers se pose.

Limiter les travaux et les projets en zone glaciaire... Pour Chloé Vial-Pailler, spécialiste des relations entre stations et espaces protégés, l'enjeu est là. « Ces secteurs sont souvent instables et peu de promoteurs souhaitent s'engager au regard des incertitudes ». Et la géographe de constater un phénomène de repli : « Les stations se rendent compte qu'il est compliqué de maintenir du ski, on assiste à un démantèlement d'installations comme à La Plagne ou Tignes sur la Grande Motte ». Aux Arcs, à l'aiguille Rouge, au glacier du Varet, peau de chagrin, plus question non plus d'aménager une piste douce. En Autriche, l'extension de Sölden vers Pitztal a été annulée sous la pression populaire. Quant aux bâches de protection qui ont commencé à être installées au début du siècle, en Suisse, à Andermatt ou au glacier du Rhône, leur efficacité s'avère très localisée.

Mais à Chamonix, deux projets phares en milieu glaciaire ont été actés, en site classé. Une nouvelle télécabine permet aux excursionnistes d'atteindre la mer de Glace, 300 m en amont, pour compenser la fonte, complétée bientôt par un glaciarium, musée in situ. Elle est aussi utilisée pour le retour des



À la source du Rhône en Suisse, des bâches sont installées pour limiter la fonte de moitié et préserver la partie de langue où est creusée la grotte. Photo Le DL/A.Ch.

skieurs de la vallée Blanche. Fin 2026, sept ans après avoir brûlé, le téléphérique des Grands Montets (3275 m) doit renaître des cendres, desservant deux pistes en secteur glaciaire. Deux projets qui n'ont pas subi les foudres des associations, l'exploitant évoquant le maintien de l'existant et un usage 4 saisons. Ce n'est pas le cas du projet de troisième tronçon du téléphérique de la Grave (Hau-

tes-Alpes), dans le site inscrit de la Meije. Pourtant, là aussi, l'exploitant prétend maintenir l'existant, remplaçant un téléski à même le glacier de la Girose par un téléporté de même débit. Les associations pointent la menace sur une fleur protégée, l'androsace du Dauphiné. Les recours sur le fond devraient être jugés en 2025. Ailleurs, Mountain Wilderness redoute « des projets hors du temps

pour les écosystèmes : retenues collinaires visant à transformer les lacs ou marges proglaciaires en espaces de production de neige de culture ; aménagements qui visent à maintenir ou à créer un accès au glacier se retirant davantage... »

En France, huit stations<sup>(\*)</sup> ont des glaciers comme supports de leur domaine. Elles évoquent aussi les vertus du damage sur l'entretien de la couche neigeuse

qui préserve la glace (effet albedo). Le débat porte davantage sur les infrastructures, la création de pistes ou ancrages des remontées mécaniques dans la glace nécessitant des moyens lourds, voire la destruction au bulldozer, dont les images choc heurtent les sensibilités.

● A.Ch.

(\*) Chamonix, Val d'Isère, Tignes, les Arcs, La Plagne, Val Thorens, les Deux Alpes, La Grave.

## « Venir voir le glacier avant qu'il ne soit trop tard »

Questions à Emmanuel Salim, maître de conférence en géographie, auteur d'une thèse sur l'impact du climat sur les sites touristiques glaciaires et la notion de « tourisme de la dernière chance ».



Peut-on définir le périmètre de ce tourisme très particulier ?

« En France, il est limité à quelques sites, principalement à Chamonix, mais il y en a davantage en Suisse avec la plus grande concentration de visiteurs, à Zermatt, Grindelwald, Aletsch. Avec de grosses infrastructures, très fréquentées, qui ont une grande profondeur historique. À l'origine du tourisme de montagne à Chamonix, les premiers visi-

teurs venaient voir le glacier des Bois (extrémité de la mer de Glace) avec les premiers guides touristiques. »

Comment se porte-t-il ?

« L'affluence de la mer de Glace est en voie de stabilisation, 350 000 à 400 000 visiteurs par an (450 000 il y a 20 ans), à voir si les projets en cours, avec la nouvelle télécabine d'accès et le futur centre d'interprétation (Glaciarium) vont avoir un impact. Mais

pour son équivalent, le Pasterze en Autriche, c'est autour du million de visiteurs, idem pour la Jungfraujoch en Suisse. Dans l'ensemble, on est sur une stagnation. Le changement climatique entraîne des problèmes d'accès, de déstabilisation des infrastructures, avec la fonte du permafrost ou le retrait glaciaire déstabilisant les versants. À côté de ça, on assiste à une évolution de la perception des visiteurs avec cette idée de tourisme de la dernière chance : venir voir le glacier avant qu'il ne soit trop tard. Entre 2018 et 2021, nos enquêtes ont montré que pour plus de 50 % des personnes interrogées sur ces sites, cette motivation était forte. Le retrait glaciaire devient une attraction. Il y a aussi la volonté de concrétiser l'idée abstraite du changement climatique, pour

des personnes qui ne le voient pas dans leur quotidien. On a des dynamiques similaires dans l'Arctique, autour des ours polaires, poussées par les opérateurs touristiques. »

Ce tourisme n'a-t-il pas un impact sur la santé de ces glaciers ?

« Pas directement. On ne contribue pas à la fonte en montant à la mer de Glace. Par contre, les gaz à effet de serre du déplacement, oui. 80 % des émissions à Chamonix sont liées au voyage. Un Néo-Zélandais qui vient voir la mer de Glace contribue à sa disparition. »

Quel est l'avenir de ces sites ? Développement ou repli ?

« Au glacier du Rhône (Suisse), le creusement de la grotte de glace, la grosse attraction, va devenir impossible. Les acteurs

envisagent la fin. C'est différent à la mer de Glace où il y a eu un changement dans la communication. On invite à découvrir l'histoire de la glaciologie, du tourisme à Chamonix, on se détache du glacier pour parler d'un héritage culturel, avec le projet de centre d'interprétation. »

Et puis il y a ces pèlerinages sur les glaciers en fin de vie...

« Le glacier devient aussi un lieu de commémoration. L'un des premiers cas a été observé en Islande avec l'enterrement de l'Okjökull. Il y en eu d'autres dans les Pyrénées, au glacier d'Arriel, ou en Suisse. Là-bas la votation pour la Bi Climat a été portée par un collectif intitulé "L'appel pour les glaciers". Ils deviennent aussi des espaces politiques. »

● Recueilli par A.Ch.

Le **glaciologue Bernard Francou**, scientifique et alpiniste chevronné, cherche désormais à informer le grand public sur le changement climatique et ses conséquences. Entretien.

## « Nous sommes entrés dans un cycle infernal dont il faut sortir au plus vite »

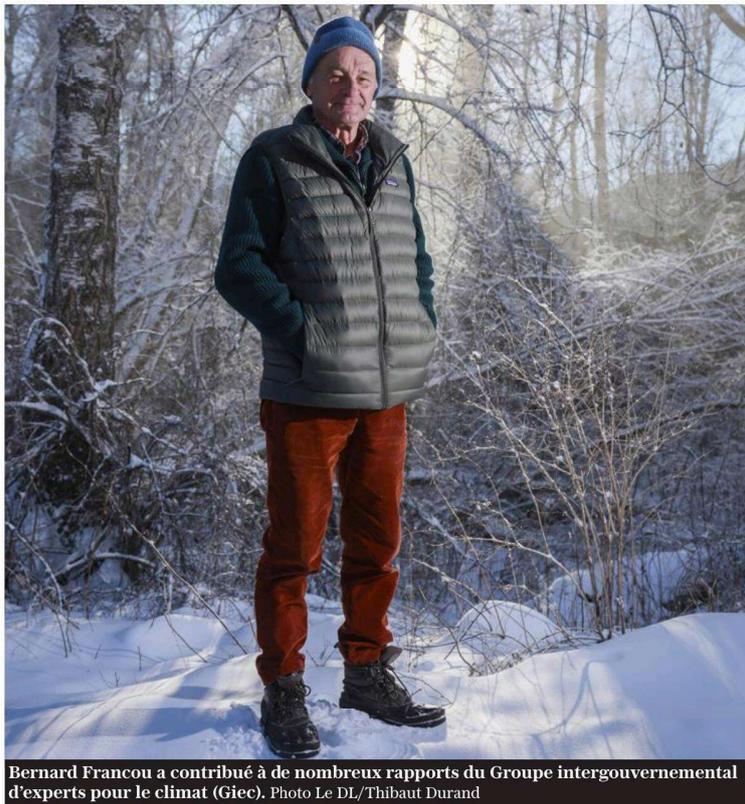
Le glaciologue Bernard Francou a longtemps travaillé au CNRS et à l'Institut de recherche pour le développement. Après avoir étudié les glaciers et le changement climatique dans les Andes tropicales, il fait partie de ceux qui tirent la sonnette d'alarme...

**Quand vous avez commencé la recherche en tant que jeune glaciologue, auriez-vous imaginé pareille évolution ?**

« Non, absolument pas. Je suis né à Briançon et je pratique la montagne dans le massif des Écrins depuis mes 9 ans. Je me souviens être monté au refuge du glacier Blanc. Pour s'y rendre, il fallait traverser le glacier. Maintenant, il y a une passerelle depuis laquelle on voit le glacier disparaître du champ de vision. C'est un exemple pour vous montrer que les glaciers que l'on connaissait dans les années 60 n'ont plus rien à voir avec ceux que nous voyons aujourd'hui. Ça va à toute vitesse et pas seulement dans les Alpes. C'est un phénomène mondial. »

**Si l'on suit la courbe des émissions actuelles, que restera-t-il des glaciers alpins d'ici la fin du siècle ?**

« La grande majorité des glaciers du massif des Écrins, de la Vanoise et évidemment des Pyrénées vont probablement disparaître d'ici 2050, dans seulement 25 ans. Autrement dit, dans une génération on aura pratiquement plus de glaciers dans ces massifs sauf quelques petites plaques de glace dissimulées dans les endroits les plus à l'ombre et les plus hauts. En 2050, il y aura toutefois encore des glaciers dans le massif du Mont-Blanc, dans le Valais, mais ils vont aussi reculer. Si on se base sur un scénario qui n'est pas celui des accords de Paris, mais plus proche de la réalité actuelle, où l'on continue à émettre des gaz effet de serre en quantité comparable à ce qu'on fait depuis 30 ans, les simulations montrent que l'on fait aussi disparaître la mer de Glace avant 2100. Pareil pour le plus grand glacier d'Europe occidentale et continentale, le gla-



Bernard Francou a contribué à de nombreux rapports du Groupe intergouvernemental d'experts pour le climat (Giec). Photo Le DL/Thibaut Durand

cier d'Aletsch ».

**Que peut-on encore faire pour limiter ce réchauffement ?**

« Pour les premiers glaciers amenés à disparaître d'ici 2050, le mal a déjà été fait. Pour le reste, on a évidemment tout intérêt à limiter nos émissions le plus vite possible. En respectant les accords de Paris, on peut encore sauver quelques glaciers des Alpes. À l'échelle mondiale, on pourrait sauver encore près de 70 % des surfaces en glace de la Terre. Mais qui y croit encore ? »

**Dans ce phénomène mondial, est-ce qu'on ne blâme pas trop souvent nos activités locales ?**

« C'est une simple question d'échelle en fait. Le local est évi-

demment relié au global. Ce ne sont pas les émissions générées par la très importante circulation routière dans la vallée d'Arve qui font flancher le climat de la planète, mais elles justifient que ses habitants s'intéressent beaucoup plus aux enjeux climatiques. Ce qui est certain, c'est que nous sommes entrés dans un cycle infernal dont il faut sortir au plus vite. On émet plus de gaz à effet de serre et ces derniers sont moins absorbés par les océans et la biosphère. Ils s'accumulent donc dans l'atmosphère et provoquent le réchauffement climatique qu'on connaît et qui atteint des valeurs qu'on n'osait même pas imaginer il y a 20 ans. »

**Quel sera l'impact de la**

**fonte des glaciers sur la ressource en eau ?**

« Il y aura des répercussions incontestables, mais ça dépend où l'on se trouve. Le long du Rhône, proche de sa source, vers Brig ou Sion, la disparition des glaciers aura une très forte influence l'été, période où actuellement les glaciers déstockent et remplissent les cours d'eau. Mais si vous êtes à Tarascon, l'impact sera bien moindre car à cet endroit le Rhône a déjà été rejoint par la Saône. En outre, il y a des endroits dans le monde où la fonte des glaces posera d'autres problèmes. Au bord de l'Indus, l'été est la période de mousson. Or, quand les précipitations se cumulent à une importante fonte, un gros

risque de crue apparaît. C'est donc difficile d'avoir une vision généraliste. Il faut plutôt se focaliser sur les cas particuliers. »

**Dans les Alpes, on pointe souvent l'impact du tourisme. Une vraie menace pour les glaciers ?**

« Ça dépend de quel tourisme bien sûr. Beaucoup de gens accusent le tourisme et les stations de ski de tous les maux mais il ne faut pas oublier qu'avant l'essor des sports d'hiver, les Alpes perdaient continuellement des habitants. Le tourisme a apporté de la prospérité dans les Alpes. Le vrai problème du tourisme hivernal, c'est qu'il est très concentré dans le temps et qu'il est fragilisé par le déclin de l'enneigement. Les stations de ski font par ailleurs beaucoup d'efforts pour réduire les émissions qu'elles génèrent, mais l'essentiel du problème vient du transport pour s'y rendre, ce qui dépasse les compétences des simples communes. »

**Vous avez signé une tribune contre le troisième tronçon du téléphérique de la Grave. Pourquoi ?**

« À dire vrai, ce n'est pas le chercheur qui a signé, c'est une décision personnelle. On trouvera toujours des arguments rationnels dans les deux camps mais mon côté montagnard a pris le dessus. Je n'ai pas envie de voir de la ferraille sur ce dôme de la Lauze, la seule calotte glaciaire qui nous reste dans le massif des Écrins. Je pense qu'à l'époque où l'on assiste à la disparition de nos glaciers, il y a peut-être mieux à faire que de leur mettre des pylônes. De manière plus générale, l'heure n'est plus aux grands aménagements en montagne. Ça ne me choque pas si on renouvelle l'existant et que cela reste supportable dans le paysage, mais toutes ces installations sont fragiles, y compris à l'aiguille du Midi, où avec la fonte du pergélisol on peut se demander si le téléphérique pourra toujours fonctionner dans 15 ou 20 ans. Comme plus rien n'est sûr, autant être raisonnable. »

● **Propos recueillis par Baptiste Savignac**