



le glacier dans son environnement, blanc puis gris avec la saison qui avance et la chaleur © ONF/RTM 74

## LA PRÉVENTION DES RISQUES DU GLACIER DE TÊTE ROUSSE : UNE ACTION PLURI-ACTEURS

Sous la direction de **Marc Sirop**, directeur des services techniques, commune de Saint-Gervais-les-Bains par **Olivier Gagliardini**, professeur à l'université Grenoble Alpes, IGE-CNRS, G-INP, IRD, **Pierre Serbource**, ingénieur chargé d'affaires Myotis, **Pauline Bouvier**, responsable du service juridique, commune de Saint-Gervais-les-Bains.

**Après la rupture d'une poche contenue dans le glacier de Tête Rousse à Saint-Gervais en 1892, le site jugé à risques a fait l'objet de nombreuses études de glaciologues. Des recherches révèlent entre 2007 et 2010 que le glacier mesure 74 mètres de profondeur sous lesquels dort une importante poche d'environ 65 000m<sup>3</sup> d'eau. Depuis, cette poche a été pompée à plusieurs reprises et un système d'alerte de la population mis en œuvre.**

### UNE CATASTROPHE À L'ORIGINE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES

Au pied de l'aiguille du Goûter, se trouve le glacier de Tête Rousse, affluent nord du grand glacier de Bionnassay qui culmine à 3200m. Avant la survenance de la catastrophe de 1892, le glacier de Tête Rousse n'est pas répertorié sur les cartes des scientifiques. Sa pente est faible et il est dépourvu du torrent sous-glaciaire qui évacue les

eaux de fonte. Un lac supraglaciaire se forme entre 1860 et 1874. De 1874 à 1892, une accumulation de neige se forme chaque hiver, d'où la formation d'une voûte sur ce lac, qui faisait dès lors penser à une cavité intraglaciaire. Dans la nuit du 11 au 12 juillet 1892, la paroi terminale du glacier de Tête-Rousse se rompt, soit à cause de la pression de l'eau, soit par combinaison d'un effet mécanique et d'un réchauffement climatique<sup>1</sup>, libérant une poche d'eau intérieure, qui s'écoule vers l'aval. Cent soixante-quinze victimes sont à déplorer. La masse d'eau et de glace pulvérisée qui se liquéfie lors de la catastrophe, est estimée à plus de 80 000 m<sup>3</sup>. Le flot emporte tout sur son passage en six minutes. L'établissement thermal de Saint-Gervais situé dans le bourg du Fayet, à une altitude de 690 m, est ainsi anéanti.

Dans les jours qui suivent, ingénieurs, forestiers et glaciologues font l'ascension de la barre rocheuse,

socle du glacier, et concluent qu'une nouvelle catastrophe n'est pas à exclure. Les études se multiplient afin de déterminer les causes du sinistre et tenter d'éviter la survenance d'une nouvelle catastrophe<sup>2</sup>. Rapidement, un tunnel de 150 mètres est foré pour assurer le drainage du glacier. En 1901, les agents de l'administration des Eaux et Forêts observent sur le glacier la formation d'une crevasse remplie d'eau. Une nouvelle galerie, de 195 mètres, est forée. Elle permet en 1904 d'évacuer les 22 000m<sup>3</sup> d'eau accumulés. Le risque subsiste alors que l'urbanisation s'est considérablement accrue notamment avec le développement des chemins de fer. En 1964, l'Office national des forêts adresse une lettre au directeur de l'établissement thermal assurant que le risque n'est plus car le glacier, qui a perdu 40 % de son épaisseur, serait moribond. En 2007, le service de Restauration des terrains en montagne (RTM) souhaite cesser d'entretenir le tunnel. Le maire de

<sup>1</sup> E. Patriarca, *Menace sur Saint-Gervais*, ed. Catapac, 2010, p.18 et s.

<sup>2</sup> C'est ainsi qu'en 1903, le premier prix du concours de glaciologie organisé au Club alpin français fut attribué à un mémoire consacré aux observations météorologiques exécutées à Tête-Rousse de 1901 à 1903 (Voir par exemple J. Vallot, *Annales de l'observatoire de météorologie, physique et glaciaire du Mont-Blanc*, 1911)



Les travaux qui ont pu être faits : pompage les premières années, avec l'installation de pompage et la base vie - © ONF/RTM 74

Saint-Gervais-les-Bains, Jean-Marc Peilleux, exige du RTM qu'il certifie que le glacier n'est plus source d'aucun risque pour la population. Cet engagement n'étant pas pris, l'étude du glacier est poursuivi par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) qui étudie l'utilité de la vieille galerie de reconnaissance finalisée en 1904. Il résulte que cette dernière, dont l'entretien coûte cher, est probablement inutile pour prévenir la formation d'une nouvelle poche d'eau en raison de son emplacement qui débouche trop haut par rapport au talweg, et du fait que la probabilité qu'une poche d'eau se forme à cet endroit est très faible. De nouvelles poches d'eau sont aussi découvertes.

### LES ÉTUDES MENÉES DEPUIS 2007

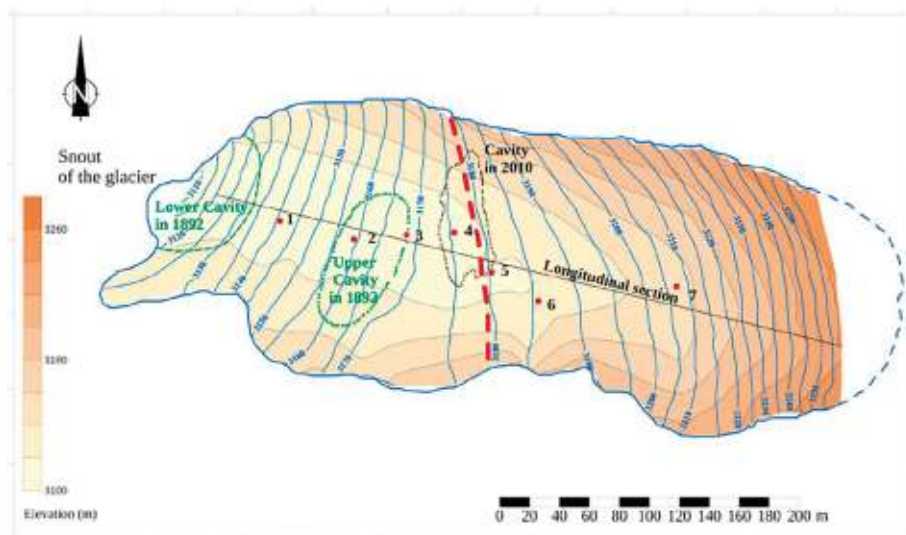
Depuis les premières investigations en 2007, la découverte de la poche d'eau en 2010 et jusqu'à aujourd'hui, un grand nombre de mesures géophysiques et de modélisation ont été mises en œuvre par des enseignants-chercheurs et chercheurs de l'Institut des géosciences de l'environnement (IGE, ex LGGE et LTHE), de l'équipe ETNA d'INRAE et de l'Institut des sciences de la terre (ISTERRE) de l'université Grenoble Alpes.

Les premières investigations dans les années précédant le pompage de 2010 ont consisté en la mise en œuvre de mesures radar au sol, qui ont mis en évidence une anomalie dans la glace au niveau de la cavité centrale. Ces mesures ont été complétées par des mesures de Résonance magnétique des protons (RMP), classiquement utilisées pour quantifier les volumes d'eau dans des nappes phréatiques, et ici mises en œuvre pour la première fois sur

un glacier. Ces premières mesures RMP ont permis d'estimer qu'un volume d'eau d'environ 65 000 m<sup>3</sup> était présent au centre du glacier, soit un volume comparable à celui de la catastrophe de 1892. Début juillet 2010, vingt forages à l'eau chaude sont venus préciser la localisation de cette poche d'eau mais aussi montrer que celle-ci avait une pression supérieure à celle exercée par la glace. C'est à partir de ces dernières mesures que la décision de venir vidanger artificiellement la cavité fut prise. En parallèle, le glacier a été équipé de chaînes de thermistances le long d'un profil longitudinal afin de qualifier le régime thermique du glacier qui s'avère fondamental pour expliquer la rétention de l'eau par la présence de glace froide sur la partie basse du glacier. Suite à la décision de venir vidanger artificiellement la poche d'eau, des simulations

numériques du comportement de la voute de la cavité ont montré que son risque d'effondrement durant la vidange était faible, mais que celle-ci devait être réalisée le plus rapidement possible.

Depuis ce premier pompage de 2010, puis ceux de 2011 et 2012, le glacier reste sous haute surveillance. Des capteurs piézométriques mesurent en continu l'évolution de la pression d'eau en différents points du glacier. Une station météorologique installée vers le front et un réseau de balises dispersées sur le glacier permettent de mesurer son bilan de masse annuel et de quantifier la quantité d'eau disponible pour alimenter la cavité pendant la saison de fonte. Des campagnes de mesures radar sont réalisées plusieurs fois par an pour détecter d'éventuelles chenaux ou fissures se propageant à l'aval de la cavité. Des mesures de RMP



Carte du glacier de Tête Rousse montrant la surface (contours bleus) et la topographie du socle rocheux (échelle de couleur) en 2007. Les cavités supérieure et inférieure de 1892 sont représentées en vert et la cavité de 2010 est tracée en noir. © Vincent et al., CNRS, 2010





*Creusement de la crevasse existante, la seule, rive droite, afin de faciliter la sortie de l'eau et d'abaisser la pression existante dans la cavité ; rappelons la situation particulière de ce glacier qui ne dispose pas d'exutoire, et pire, dont le manteau de surface est en glace tempérée, laquelle laisse l'eau percoler et remplir une cavité qui est formée par le front glacière, qui lui est en glace froide - © ONF/RTM 74*

et de radar sont conduites tous les trois ou quatre ans afin de quantifier l'évolution des volumes d'eau dans la cavité centrale mais aussi dans la partie amont du glacier.

L'ensemble de ces mesures est synthétisé dans un rapport annuel et présenté à un comité de pilotage composé des services de l'état (DDT, RTM et préfecture) et de la mairie de Saint-Gervais-les-Bains.

### **UN SYSTÈME DE SURVEILLANCE ET D'ALERTE AU SERVICE DE LA POPULATION**

Le système de surveillance et d'alerte du glacier de Tête Rousse permet de détecter la survenance de la rupture de la poche d'eau



*le glacier dans son environnement, blanc puis gris avec la saison qui avance et la chaleur - © ONF/RTM 74*

sous le glacier ; il est totalement automatique. Ce système installé fin 2010 est composé de deux lignes de détections (amont, aval) constituées de câbles métalliques en travers du couloir du Bossonney fixés de chaque côté par un ancrage via un fusible mécanique.

Deux centrales Myotis-Netrisk surveillent la ligne amont (une

centrale de chaque côté) et une centrale Myotis-Netrisk surveille la ligne aval (un fusible de chaque côté). Chaque centrale est équipée d'un moyen de communication radio pour commander l'alerte vers des sirènes, d'un moyen de communication GSM pour l'envoi des SMS et le transfert des données vers le serveur Myotis, d'une alimentation sur batterie avec une recharge par panneaux solaires.

Le système est également équipé de quatre capteurs sismiques répartis sur les trois centrales permettant de détecter les vibrations générées par la coulée de boue éventuelle. Le système d'alerte est actuellement équipé de quatre sirènes de forte puissance au niveau des zones à risque (plan de l'Are et Bionnay). Cette zone était initialement étendue jusqu'au Fayet (2010) avec onze sirènes. Une alerte se déclenche en cas de rupture de deux fusibles mécaniques ou en cas d'une seule rupture associée à une alerte sismique.

En cas d'alerte, une commande radio est instantanément envoyée à toutes les sirènes qui déclenchent une séquence sonore spécifique pendant une durée de trente minutes pour l'alerte d'évacuation des habitants de Bionnay vers des zones définies hors risque. Un relais radio a été installé au niveau des ateliers municipaux route de Tague qui permet de retransmettre les états d'alerte par SMS et par messages vocaux vers les services d'astreinte. Un test mensuel des sirènes est commandé chaque premier mercredi du mois à 12 h 30 et 12 h 35.

Pour la zone de Bionnay, la commune a adressé un courrier à

tous ses résidents, afin de les inviter à communiquer leurs coordonnées. Un fichier, régulièrement actualisé, est créé permettant d'adresser un SMS ou un appel en cas de déclenchement de l'alerte. Les habitants ont connaissance de points de rassemblement à rejoindre à pieds au plus vite en cas de déclenchement de l'alerte. Dès le déclenchement des sirènes, le temps maximal pour évacuer est estimé à une dizaine de minutes pour les habitants.

Parallèlement, une fiche réflexe « Rupture de la poche glacière de Tête Rousse » a été intégrée au Plan communal de sauvegarde. Elle permet d'organiser la mise en œuvre des moyens communaux en cas d'alerte telles que l'évacuation piétonne des habitants, les zones de rassemblement, l'ouverture de centres d'hébergement, le rétablissement des voiries prioritaires, la distribution d'eau potable, la mise en œuvre de travaux de mise en sécurité.