

Les glaciers constituent un des **éléments majeurs** du paysage alpin. À l'échelle mondiale, ils représentent environ 10% des terres émergées (Cauvy-Fraunié & Dangles, 2019).

Leur sensibilité au changement climatique en font des **indicateurs naturels de l'évolution du climat et de ses impacts** (Cauvy-Fraunié & Dangles, 2019 ; Gardent, 2014 ; GREC-SUD, 2018, Six & Vincent, 2018 ; Six et al., 2019). Sauf exceptions, ils sont tous en phase de recul et la plupart sont amenés à disparaître avec le réchauffement global de la planète (Cauvy-Fraunié & Dangles, 2019 ; GREC-SUD, 2018).



Dans les Alpes, cette phase de régression s'est généralisée depuis la fin du Petit Âge Glaciaire en 1850 (Gardent, 2014). Le recul des glaciers est de plus en plus marqué et les récents records de fonte peuvent être attribués à la fois aux extrêmes climatiques et aux tendances à long terme du réchauffement (Cauvy-Fraunié & Dangles, 2019 ; Thibert et al., 2018).

I. Reculs marqués et bilans de masse en baisse



Quelles
conséquences

1 Perte de surface et de volume

Les glaciers alpins ont perdu **30 à 40 %** de leur surface et la **moitié** de leur volume depuis 1850. Une perte supplémentaire de 10 à 20 % du volume restant a eu lieu depuis 1980 (Gardent, 2014).

Cette perte de surface est plus accentuée dans les Alpes du sud (**-32 % dans les Écrins** par rapport à seulement **-10 % dans le massif du Mont-Blanc**) (Cremonese et al., 2019).

2 Remontée de la ligne d'équilibre glaciaire

Entre 1984 et 2010, la **ligne d'équilibre glaciaire** (LEG), limite entre la zone d'accumulation et la zone d'ablation, est remontée de **170 m** en altitude pour 43 glaciers des Alpes françaises (Einhorn et al., 2015).

La modification du volume d'un glacier dépend de l'**accumulation** de neige dans sa partie supérieure et de l'**ablation** (perte) dans sa partie basse, principalement par fusion. La différence entre l'accumulation et l'ablation, sur une année, constitue le **bilan de masse annuel**. Ce bilan dépend donc directement des conditions météorologiques présentes tout au long de l'année (Gardent, 2014 ; Six & Vincent, 2018).

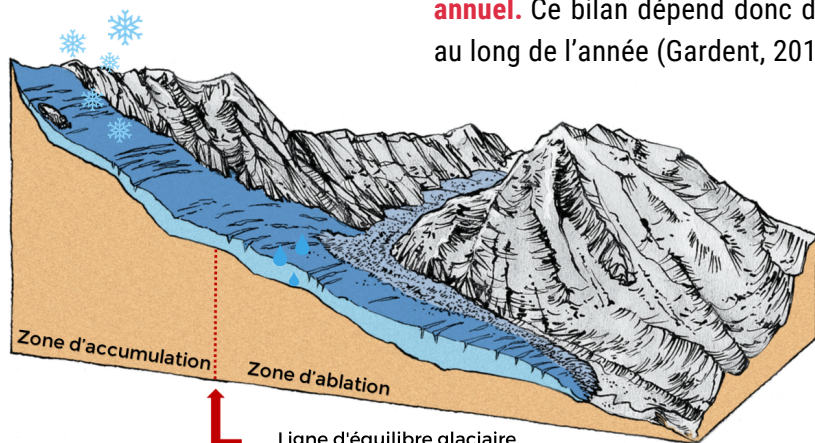


Schéma général d'un glacier

Ces conditions sont justement en train de changer, avec une diminution du manteau neigeux constatée dans tout l'hémisphère Nord (durée et épaisseur) et une hausse globale des températures, accélérant la fonte dans la zone d'ablation (GREC-SUD, 2018 ; Gardent, 2014 ; Six & Vincent, 2018 ; Six et al., 2019 ; Vincent, 2010 ; Thibert et al., 2018).



Le bilan de masse : indicateur des variations climatiques



C'est un **signal direct** et non retardé des conditions climatiques locales au cours d'une année. L'avancée ou le retrait des glaciers sont des signaux indirects, différés et filtrés, des modifications climatiques. Le bilan de masse permet d'**évaluer les variations d'épaisseur moyenne** (Gardent, 2014).

3 Des bilans de masse négatifs

Les mesures de bilan de masse effectuées sur plusieurs glaciers alpins montrent des **bilans négatifs depuis l'année 2003**. Le constat est le même pour l'ensemble des Alpes européennes (GREC-SUD, 2018). C'est notamment l'ablation estivale qui est à l'origine de ces déclin (Vincent, 2010).

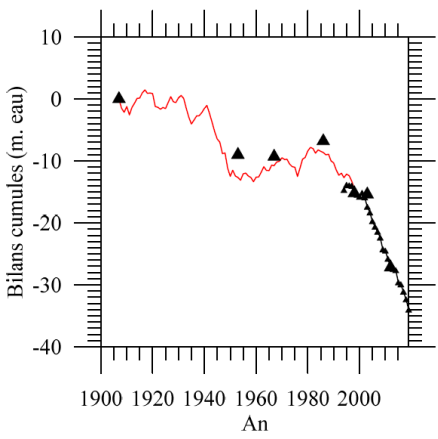


Le glacier de Gébroulaz en Vanoise

Le **glacier de Gébroulaz** s'étend sur près de 4 km de long et couvre une surface de 3 km². Il fait l'objet de suivis depuis plus de 100 ans, réalisés successivement par le Service Géographique des Armées, puis les Eaux et Forêts jusqu'en 1966 (Vincent, 2010).

Ce suivi est actuellement réalisé par l'**Institut de Géosciences de l'Environnement** (IGE) de Grenoble. Les derniers résultats des campagnes de suivi soulignent les résultats suivants (Six & Vincent, 2018 ; Six et al., 2019) :

Des **bilans de masse négatifs** avec en moyenne **- 0.77 m d'eau/an** depuis 1995. L'année 2019 est la **troisième année la plus déficitaire** sur la période 1995-2019.



Bilans de masse cumulés du glacier de Gébroulaz depuis le début du 20e siècle. (Six et al., 2019).

Entre 2016 et 2018, le front du glacier a reculé en moyenne de **18 m/an**. Depuis 1983, il s'est retranché de **229 m**. Néanmoins, les chercheurs de l'IGE estiment que c'est un recul modéré par rapport à d'autres glaciers.





II. Des conséquences en cascade

Quelles conséquences

Plusieurs études estiment que les glaciers dont la zone d'accumulation se situe en **dessous de 3 500 m** d'altitude **disparaîtront avant la fin du siècle** (Vincent et al., 2019). De même, dans les Alpes Suisses, les glaciologues estiment que **90 % des glaciers auront disparu d'ici 2090** (Cremonese et al., 2019). Ces constats sont alarmants car la fonte des glaciers entraîne de nombreuses conséquences.

1 Approvisionnement en eau

Si, dans un premier temps, la fonte des glaciers amènera une hausse des débits estivaux, rapidement ces derniers baisseront jusqu'à la stabilisation ou la disparition du glacier. À terme, le régime des cours d'eau va passer d'un **régime glaciaire**, marqué par de forts débits estivaux, à un **régime pluvial** avec des débits moindres, +/- sévères en été selon les précipitations estivales (Terrier et al., 2015). De nombreuses activités en montagne dépendent en grande partie des eaux de fonte, comme l'agriculture, notamment pour la ressource en herbe ou l'abreuvement des troupeaux ou encore la production d'électricité (Hock et al., 2019).



2 Biodiversité menacée

La fonte des glaciers rendra disponible de nouveaux milieux, dont les conditions abiotiques seront moins contraignantes. Les espèces dont la capacité de dispersion et de colonisation le permet pourront s'installer dans ces nouveaux espaces rendus libres par le recul de la glace. **La libération de surfaces en altitude permettra peut-être aux espèces inféodées à l'étage alpin de coloniser ces milieux et ainsi de compenser leur disparition probable à plus basse altitude.** Au contraire, les espèces spécialistes, adaptées aux conditions extrêmes des abords des glaciers vont être amenées à disparaître (Cauvy-Fraunié & Dangles, 2019).



Renoncule des glaciers

3 Aléas d'origine glaciaire

Dans les Alpes, un **certain nombre d'aléas sont associés aux surfaces glaciaires**. Étant donné la présence d'activités humaines, ces aléas deviennent des risques. Les plus étudiés et les plus courants sont les **chutes de séracs**, les **vidanges de lacs glaciaires** et les **laves torrentielles** qu'elles engendrent. Face à l'évolution climatique, certains de ces aléas risquent d'être atténués ou au contraire amplifiés (Gardent, 2014). Leur accélération a conduit au montage de plusieurs groupements ou projets comme le PARN, qui regroupe différents acteurs du territoire autour de l'étude des risques naturels dans les Alpes.

En Vanoise

- **En 2015**, une forte crue a eu lieu dans le ruisseau du Niolet près du **refuge de Prarion**.

Plusieurs hypothèses ont été émises sur l'origine de cette crue soudaine. Un éboulement en amont du lac de la Galise, issu de la fonte glaciaire, aurait engendré une vague dans le lac et entraîné un débordement de ce dernier. Cet éboulement aurait aussi pu causer la vidange du lac par érosion. La fonte accélérée du glacier et la rupture d'une poche d'eau ont aussi été proposées comme causes de cette crue.



En Vanoise (suite)

- Un autre épisode de vidange glaciaire a été observé dans la Réserve naturelle de la Grande Sassièrre, durant l'été 2020. Cet aléa fera prochainement l'objet d'une expertise.



Torrent issu du glacier de Rhêmes-Golette, après la vidange partielle du lac glaciaire

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Cauvy-Fraunié, S. & Dangles, O. (2019). A global synthesis of biodiversity responses to glacier retreat. *Nature Ecology & Evolution*, 3, 1675–1685.

Cremonese, E., Carlson, B., Filippa, G., Pogliotti, P., Alvarez, I., Fosson JP. et al. (2019). AdaPTMont-Blanc : Rapport climat : Changements climatiques dans le massif du Mont-Blanc et impacts sur les activités humaines. Rédigé dans le cadre du projet AdaPT Mont-Blanc financé par le Programme européen de coopération territoriale Alcotra Italie-France 2014-2020., 101 p.

Einhorn, B., Eckert, N., Chaix, C., Ravanel, L., Deline, P., Gardent, M., et al. (2015). Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes : Impacts observés et potentiels sur les systèmes physiques et socio-économiques. *J. Alp. Res*, 103-2.

Gardent, M. (2014). *Inventaire et retrait des glaciers dans les Alpes françaises depuis la fin du Petit Age Glaciaire*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 455 p.

GREC-SUD. (2018). Cahier thématique du groupe de travail « montagne » : Impacts du changement climatique et transition(s) dans les Alpes du Sud. GREC-SUD, Marseille, 48 p.

Hock, R., G. Rasul, C. Adler, B. Cáceres, S. Gruber, Y. Hirabayashi, M. et al. (2019). High Mountain Areas. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, (Ed(s) Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E. et al). In Press, pp. 131-202.

Six, D. & Vincent, C. (2018). Glacier de Gébroulaz - 2018 - Rapport annuel pour le parc de la Vanoise. Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble, 35 p.

Six, D., Vincent, C. Laarman, O. (2019). Glacier de Gébroulaz - 2019 - Rapport annuel pour le parc de la Vanoise. Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble, 36 p.

Thibert, E., Sielenou, P.D., Vionnet, V., Eckert, N. & Vincent, C. (2018). Causes of Glacier Melt Extremes in the Alps Since 1949. *Geophysical Research Letters*, 45, 817–825.

Vincent, C. (2010). *L'impact des changements climatiques sur les glaciers alpins*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 212 p.

Vincent, C., Peyaud, V., Laarman, O., Six, D., Gilbert, A., Gillet-Chaulet, F. & Jourdain, B. (2019). Déclin des deux plus grands glaciers des Alpes françaises au cours du XXIe siècle : Argentièrre et Mer de Glace. *La Météorologie*, 106.