

Montagne  
Durable

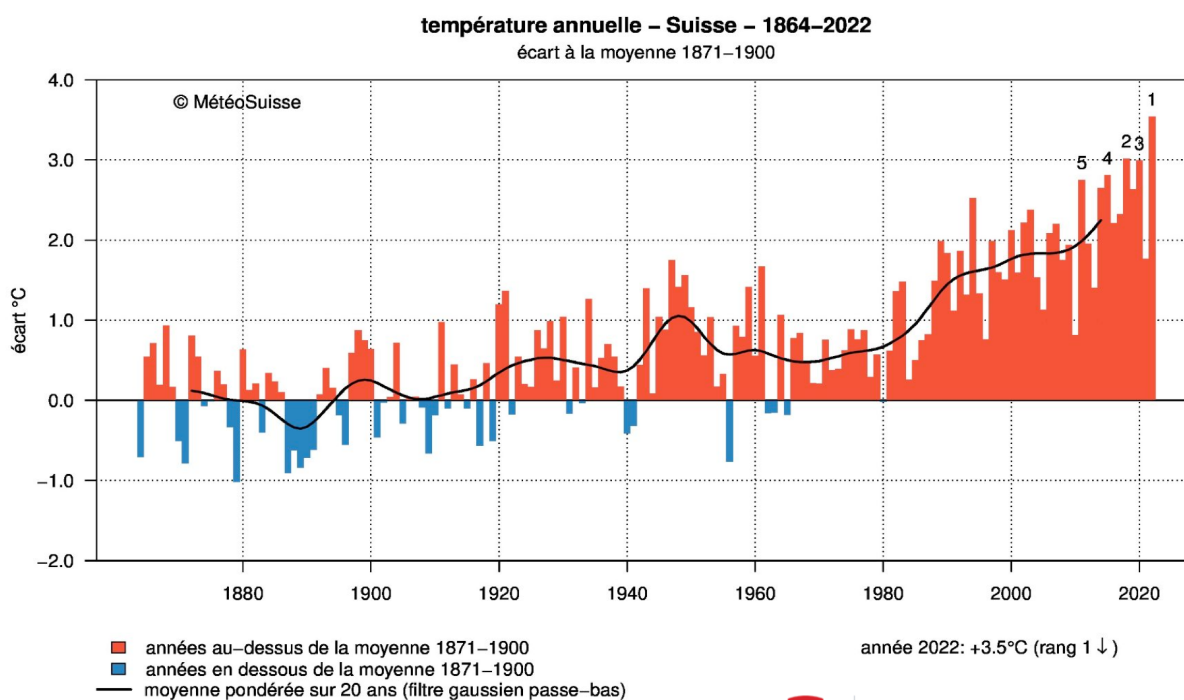
# Comment le climat change-t-il en Suisse et dans les régions de montagne ?

Valérie Masson-Delmotte



# Réchauffement observé en Suisse

 Suisse : +2,5°C entre 1871-1900 et 2013-2022



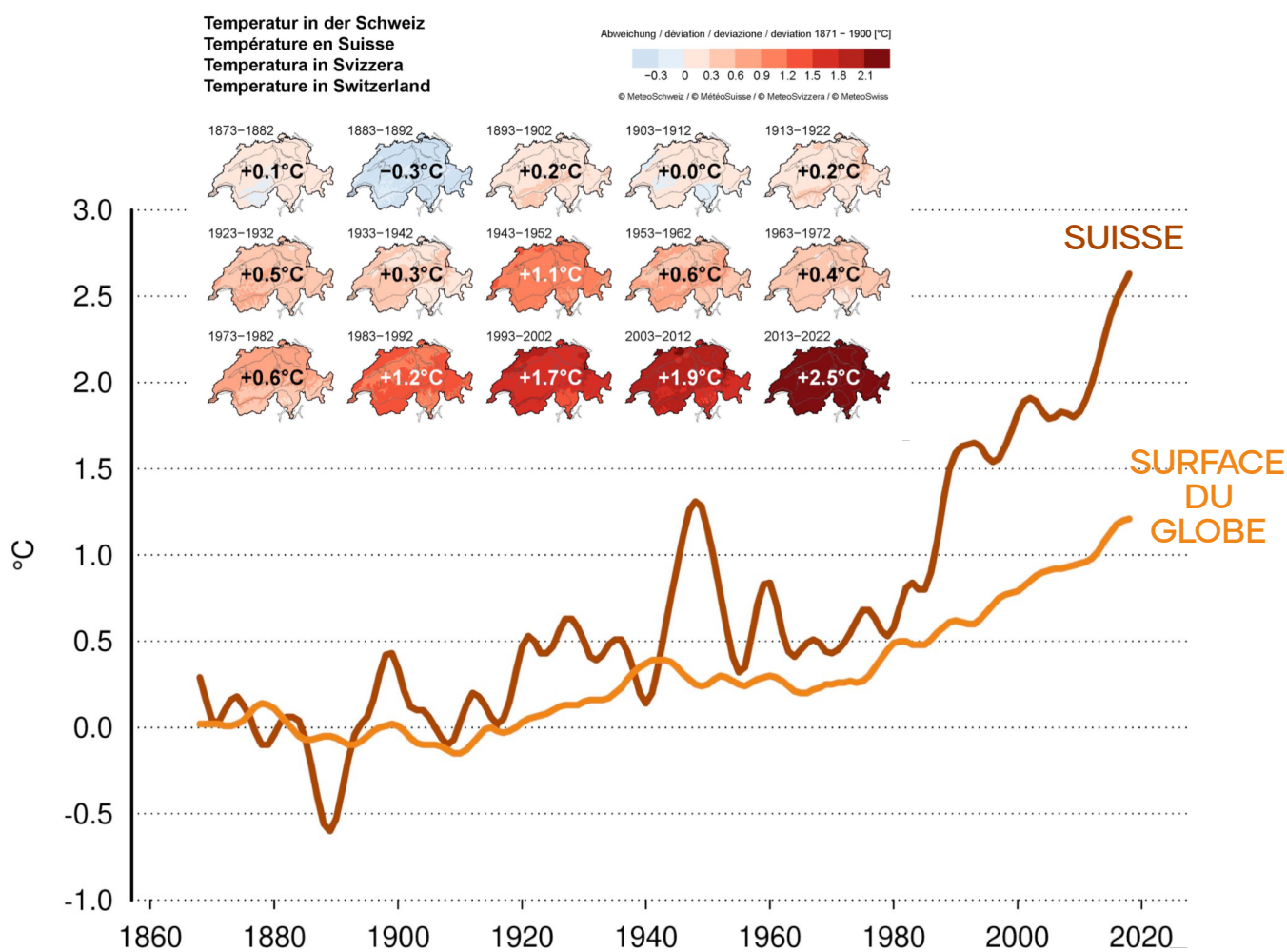
2022 est  
l'année  
observée  
la plus  
chaude.



Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse



## Le réchauffement observé en Suisse est 2 fois plus rapide que la moyenne planétaire



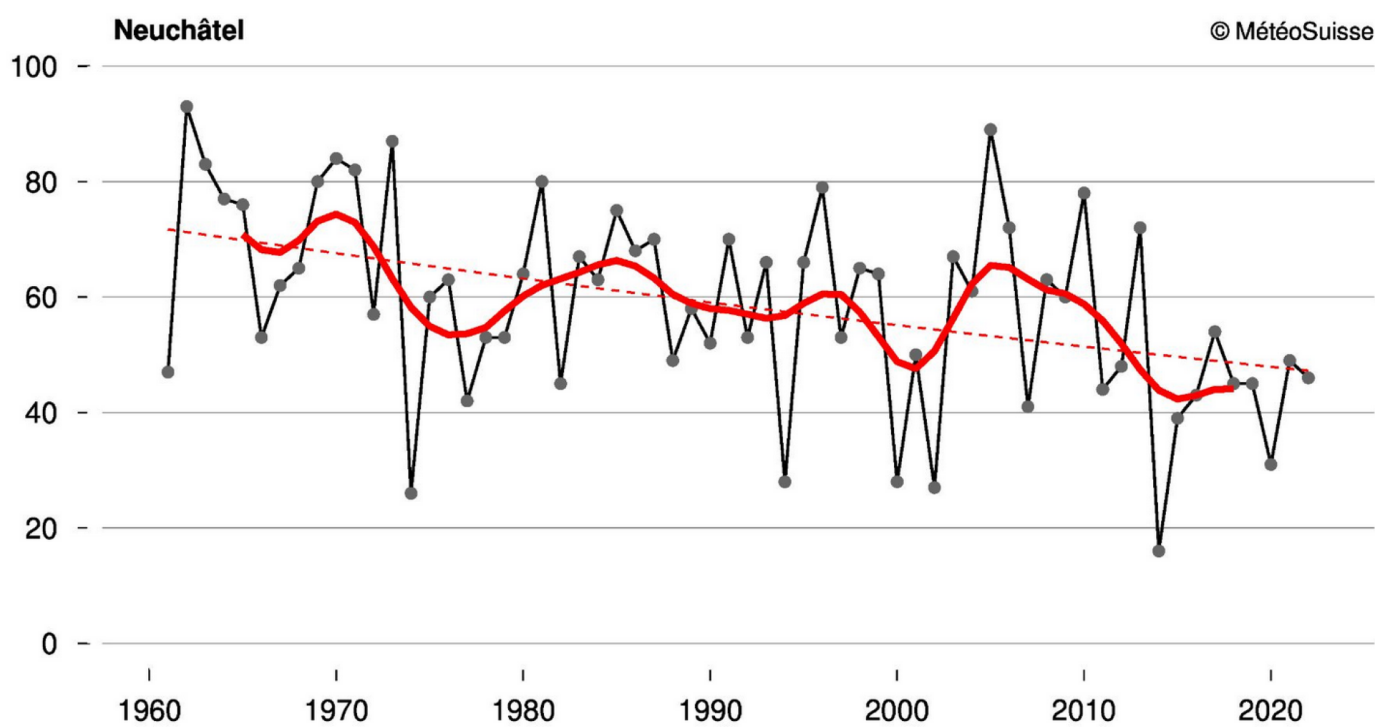
Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse

Réchauffement plus prononcé au-dessus des continents et par le recul de l'enneigement



## Moins de jours froids

**Jours de gel [Tmin < 0°C] (jours)**  
*année calendaire (jan.–déc.) 1961–2022*



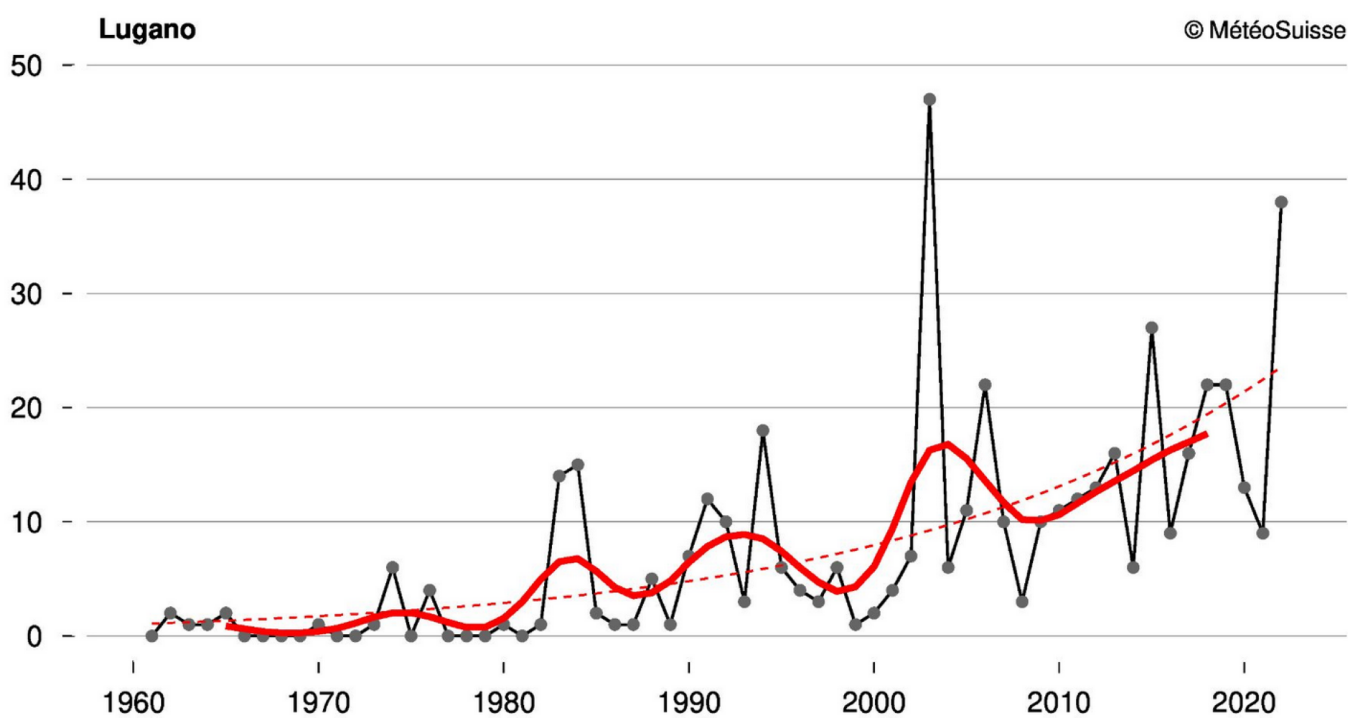
Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse





## Des vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses

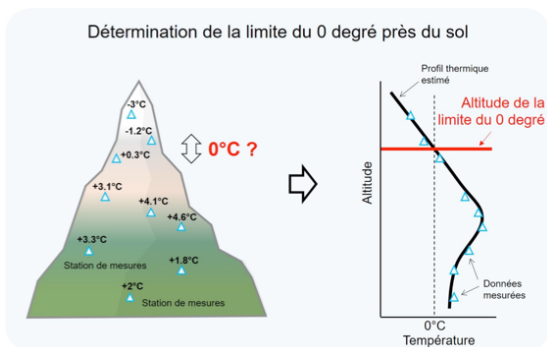
**Jours tropicaux [Tmax  $\geq$  30°C] (jours)**  
*année calendaire (jan.–déc.) 1961–2022*



Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse



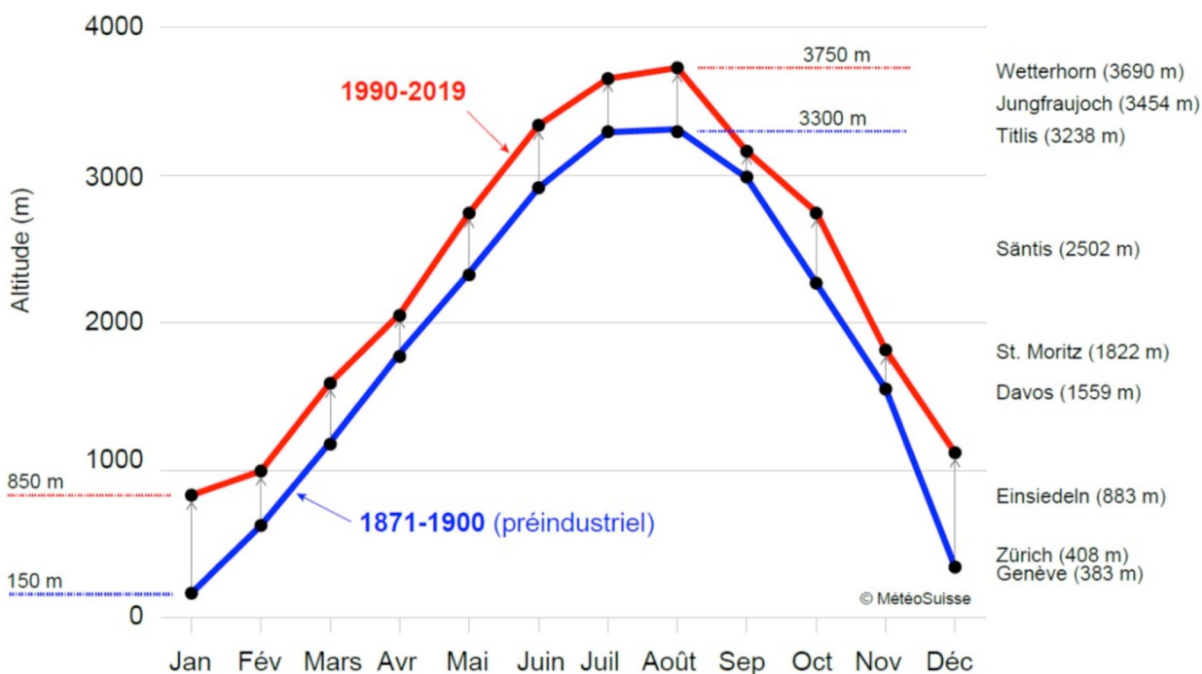
## L'isotherme 0°C remonte en altitude



Effets sur le manteau neigeux et les glaciers, sur la fraction de précipitations sous forme de pluie ou de neige

Remontée générale de 300 ou 400m depuis 150 ans. Accélération depuis 1970 surtout printemps-été.  
En 2022 : altitude record à 5184m (ballon-sonde)

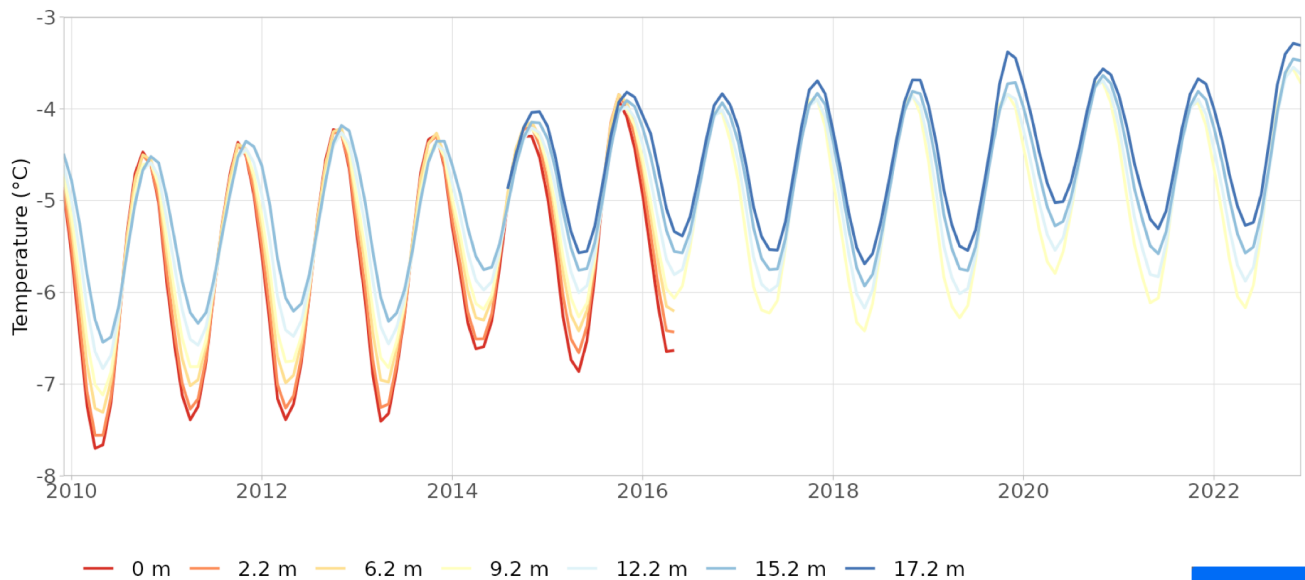
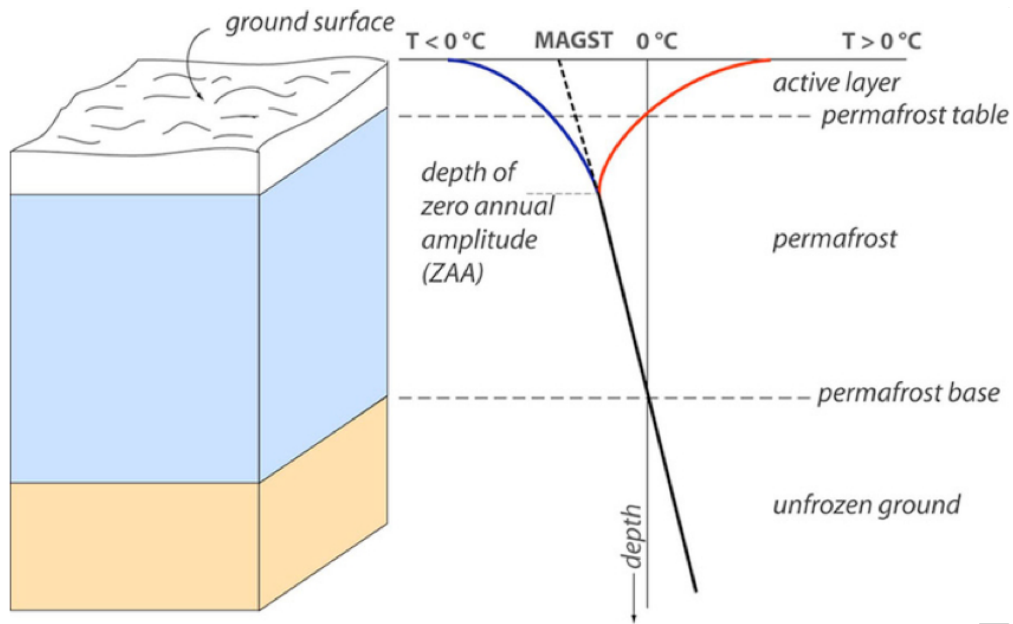
### Altitude moyenne de la limite du 0 degré (Nord de la Suisse)



Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse



## Le pergélisol se réchauffe et se dégrade

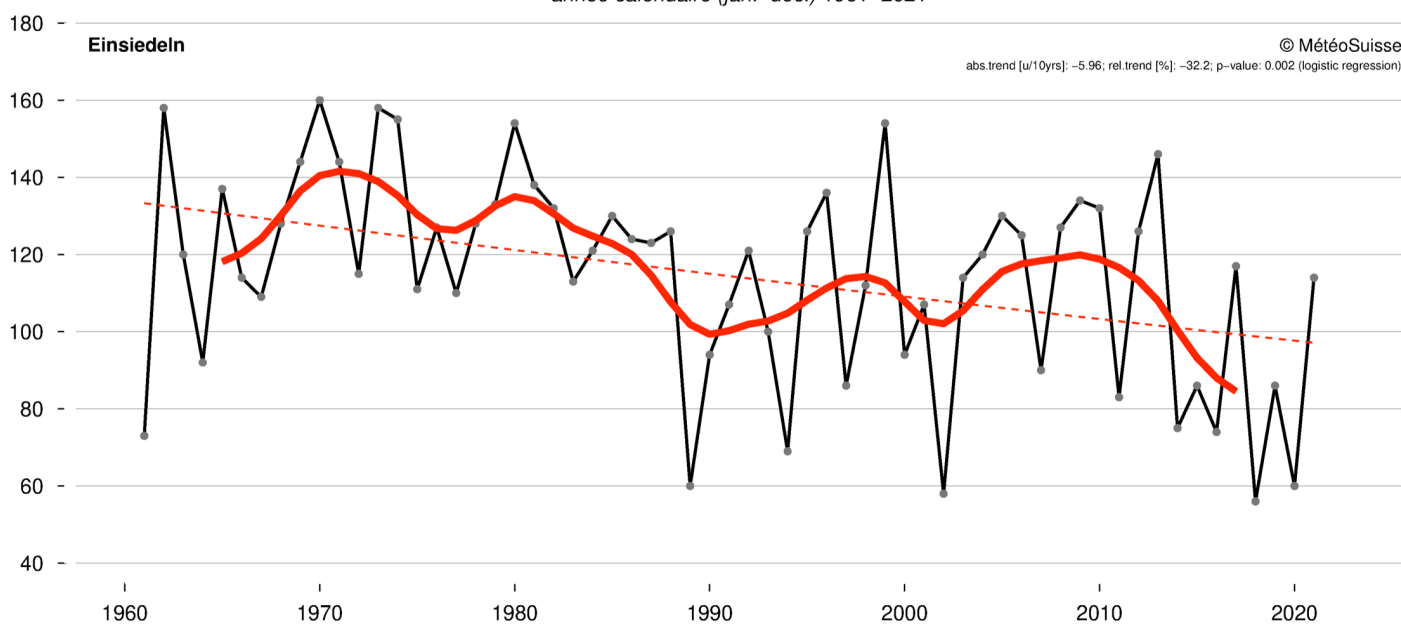


Jungfrau : température à différentes profondeurs



## Le nombre de jours de neige diminue

Jours avec neige gisante [hauteur de neige  $\geq 1$  cm] (jours)  
année calendaire (jan.-déc.) 1961-2021



clim.ind 4.6.0 / 22.06.2022, 16:39 CEST

Le nombre de jours de neige a diminué de 50% en dessous de 800m d'altitude et de 20% vers 2000m.

La durée de l'enneigement s'est réduite de 5% par décennie sur les derniers 50 ans dû à une fonte plus précoce au printemps et, à basse altitude, un démarrage plus tardif en automne.

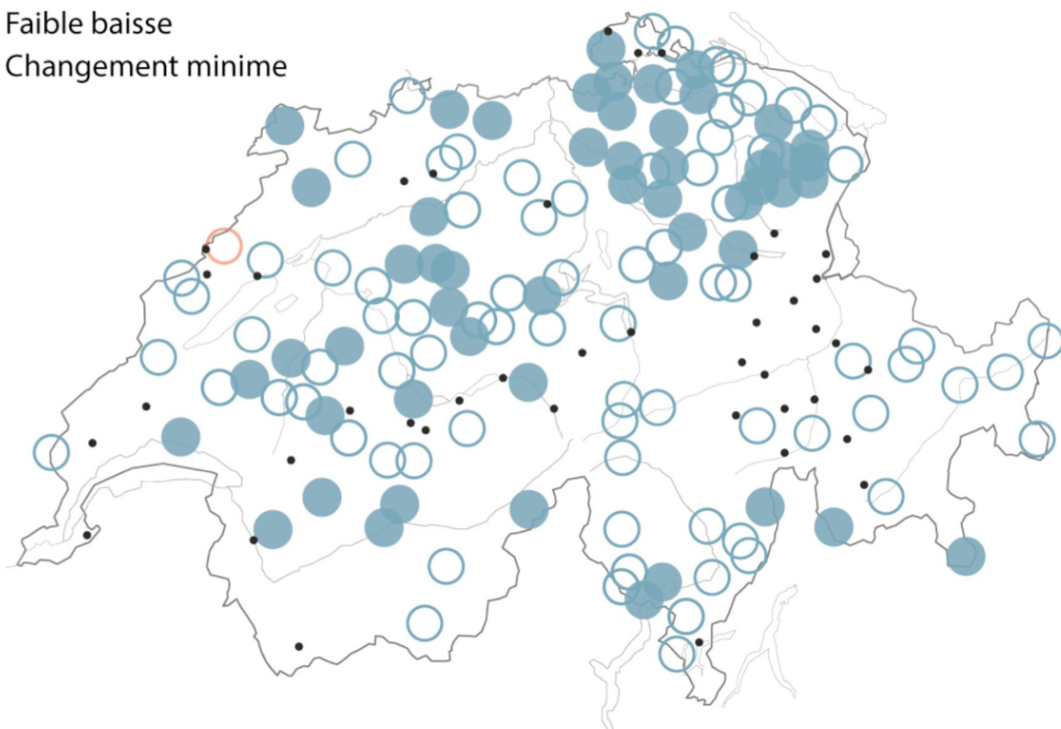


Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse



## Le cycle de l'eau s'intensifie

- Nette hausse
- Faible hausse
- Faible baisse
- Changement minime



Les pluies extrêmes sont plus fréquentes et plus intenses

L'air peut contenir 7% de vapeur d'eau de plus pour chaque 1°C supplémentaire



Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse

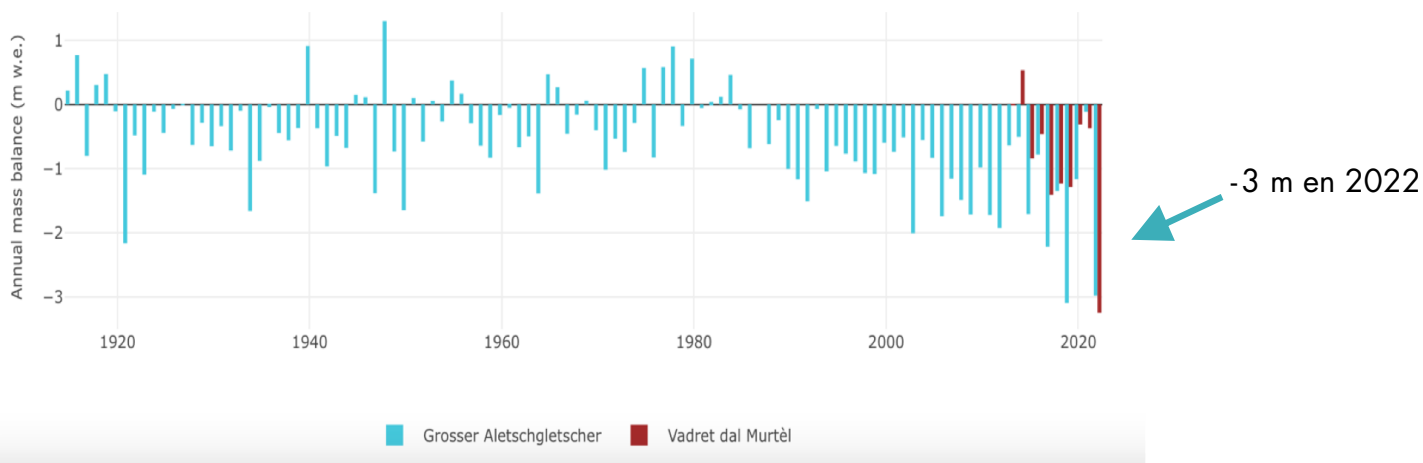
Les précipitations hivernales ont augmenté de 20 à 30% depuis 1864. Les sécheresses estivales ont augmenté depuis 1981. Diminution des précipitations estivales et augmentation de l'évapotranspiration due au réchauffement en altitude et augmentation des sécheresses dues au manque de fonte de neige.



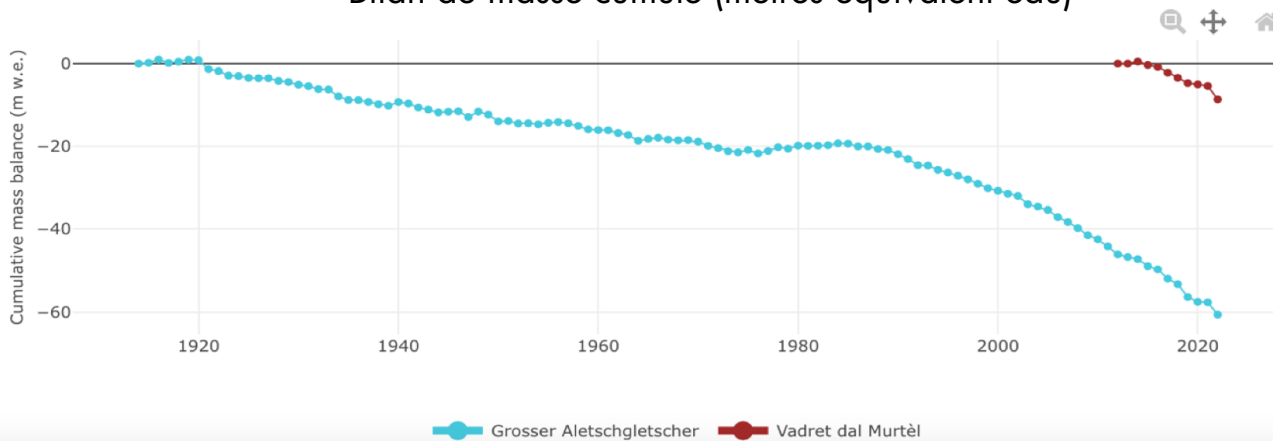


## Les glaciers reculent

Bilan de masse annuel (mètres équivalent eau)



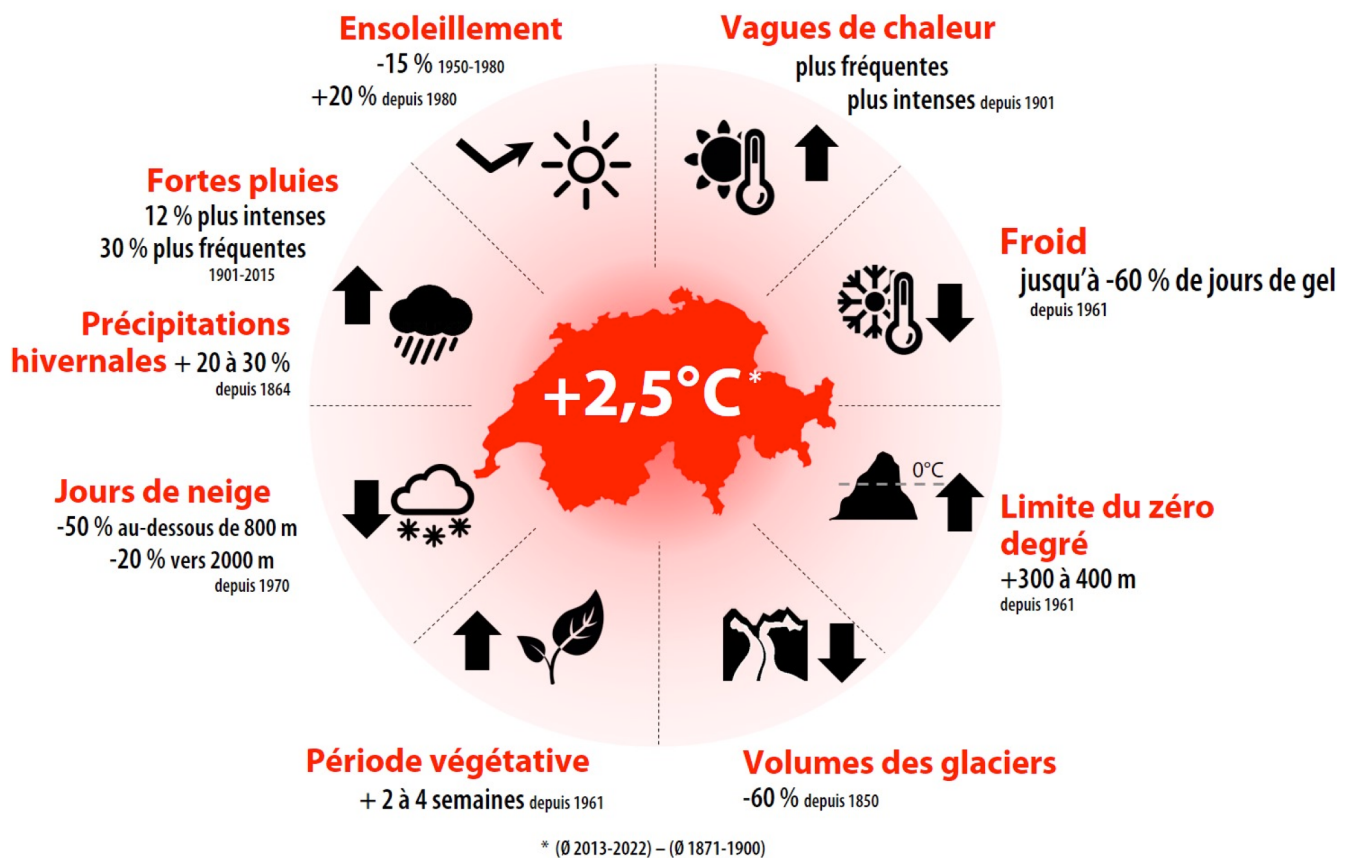
Bilan de masse cumulé (mètres équivalent eau)



Les glaciers suisses ont perdu 60% de leur volume par rapport à 1850 et environ 6% du volume restant uniquement en 2022.



## En résumé, des changements de multiples facteurs climatiques générateurs d'impacts...

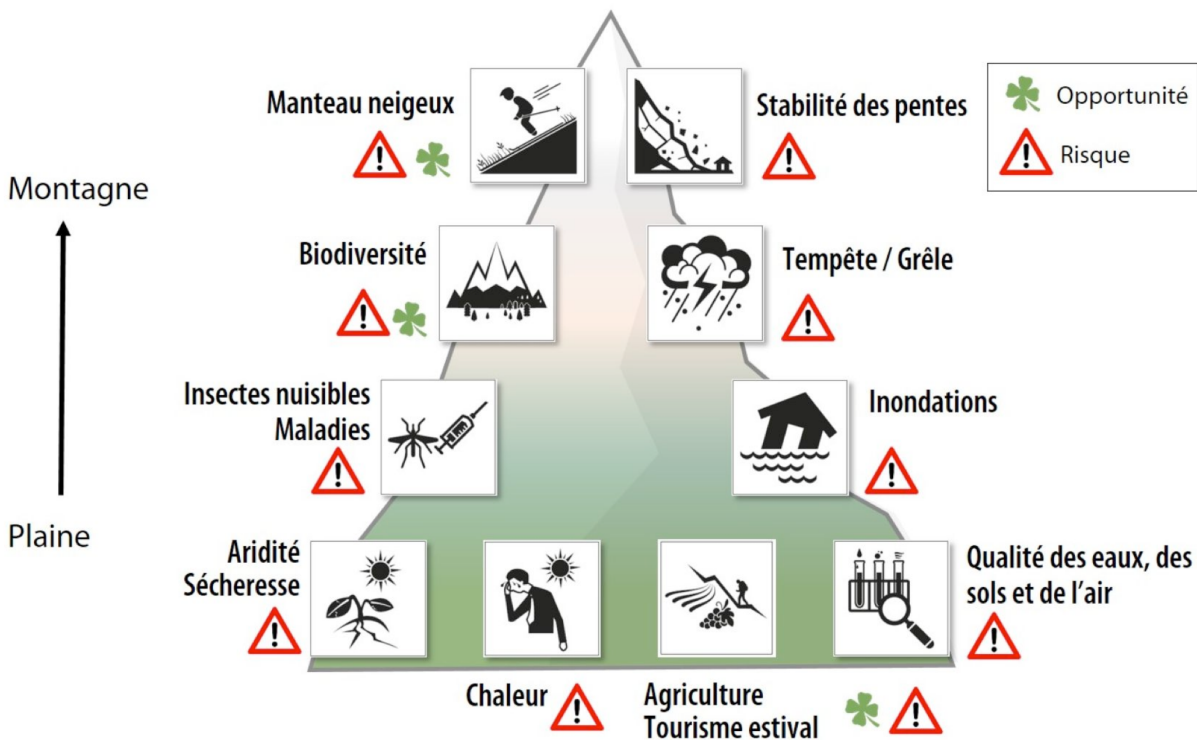


Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse



## ... avec des répercussions importantes

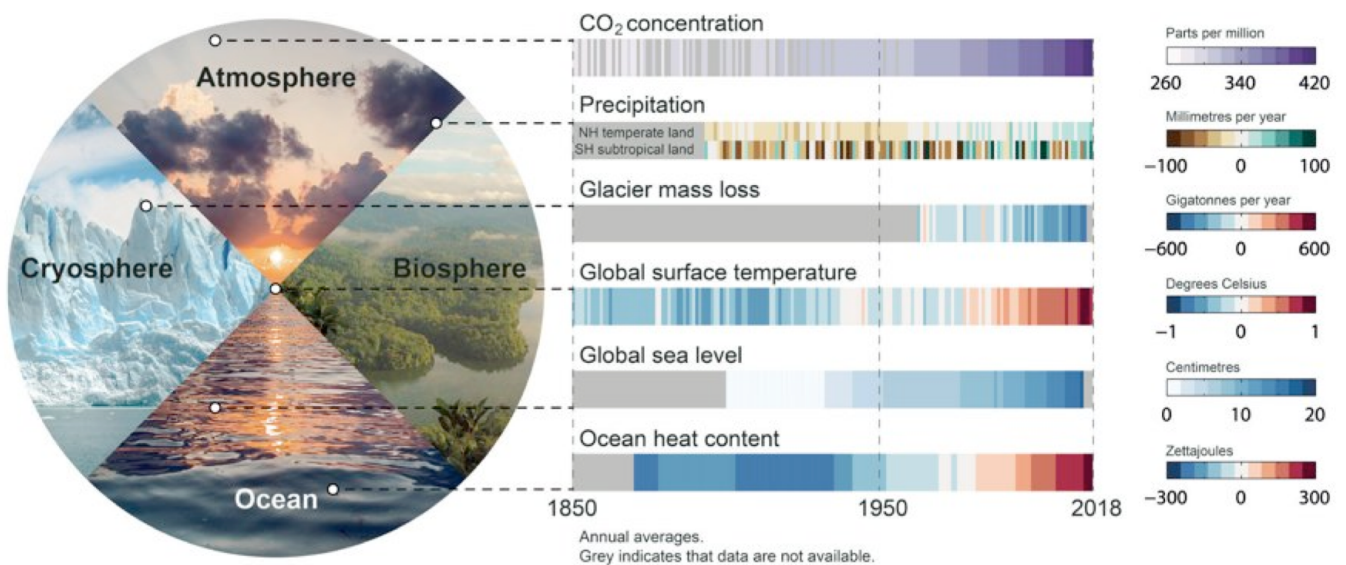
### Risques et opportunités du changement climatique en région alpine



Office fédéral de météorologie et  
de climatologie MétéoSuisse



## Toutes les régions de montagne sont affectées par les conséquences du réchauffement climatique, dû aux rejets de GES par les activités humaines



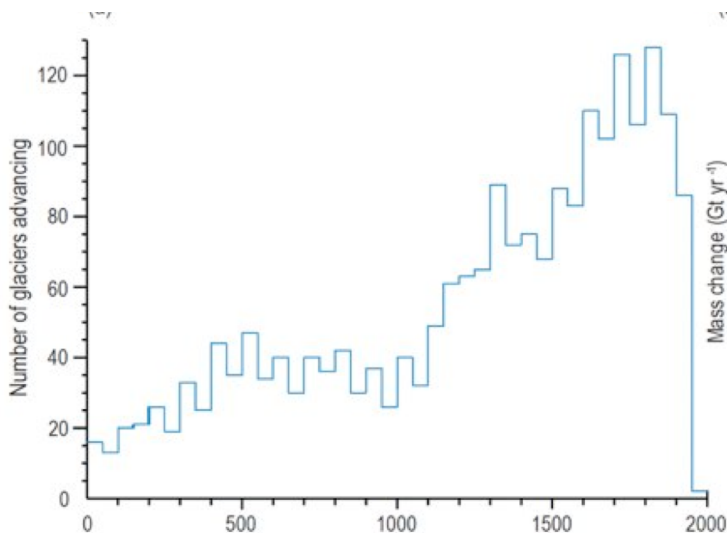
Il est sans équivoque que l'influence humaine a réchauffé l'atmosphère, l'océan et les terres. Elle est le principal facteur du recul des glaciers à l'échelle planétaire depuis les années 1990.

GIEC, 2021

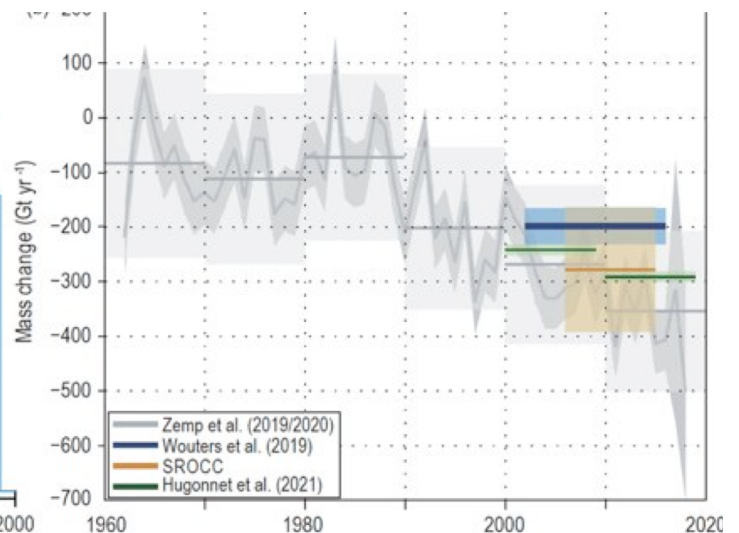


# À de rares exceptions près, l'ensemble des glaciers du monde recule et continuera à reculer pour chaque incrément de réchauffement planétaire supplémentaire

Nombre de glaciers qui avancent



Bilan de masse annuel



Recul généralisé inédit  
depuis 2000 ans

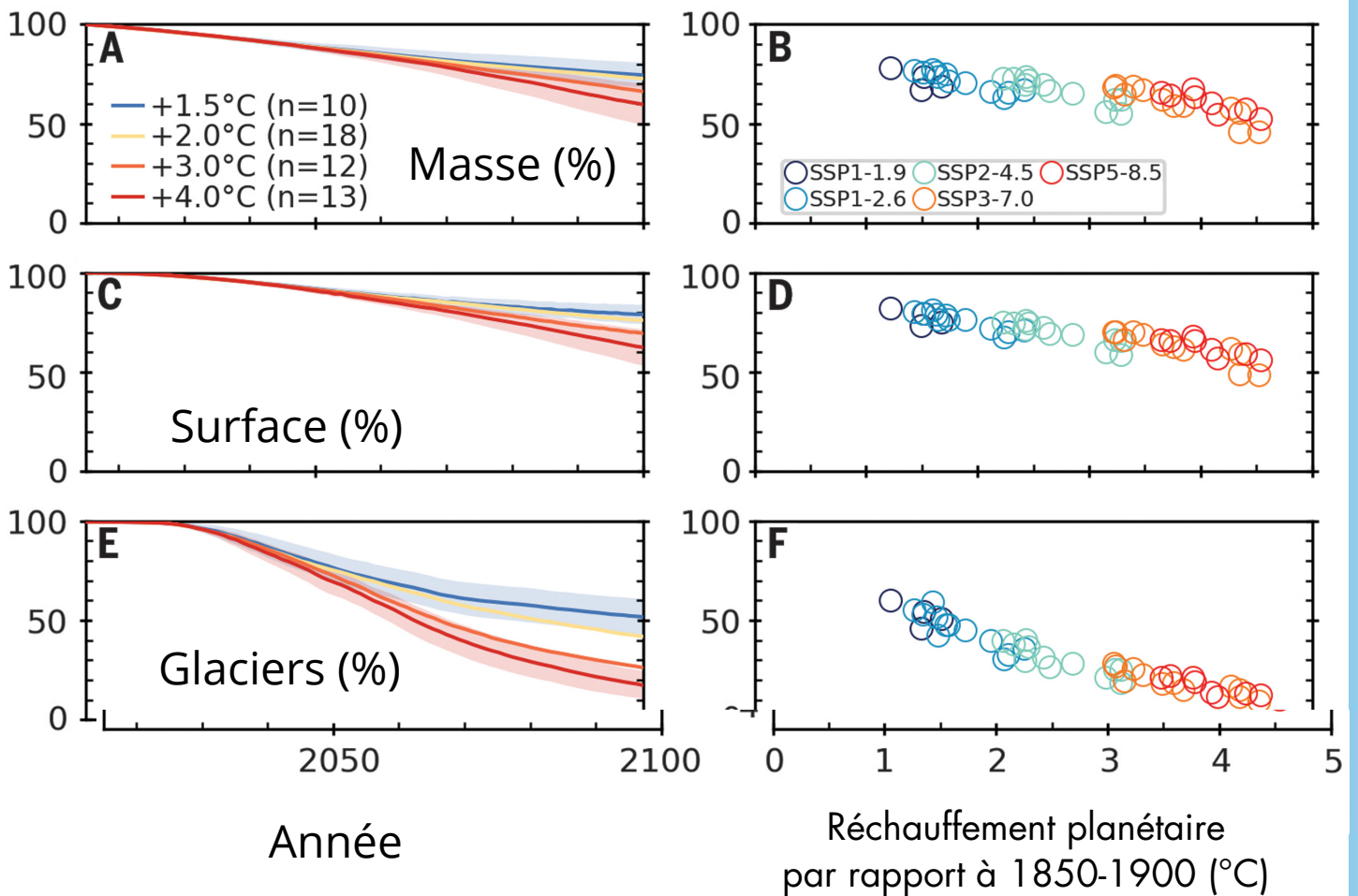
La perte de masse est passée  
de 200 Gt/an (2000-2009)  
à 290 Gt/an (2010-2019)

GIEC, 2021





## Chaque incrément de réchauffement supplémentaire entraînera un recul supplémentaire des glaciers dans le monde



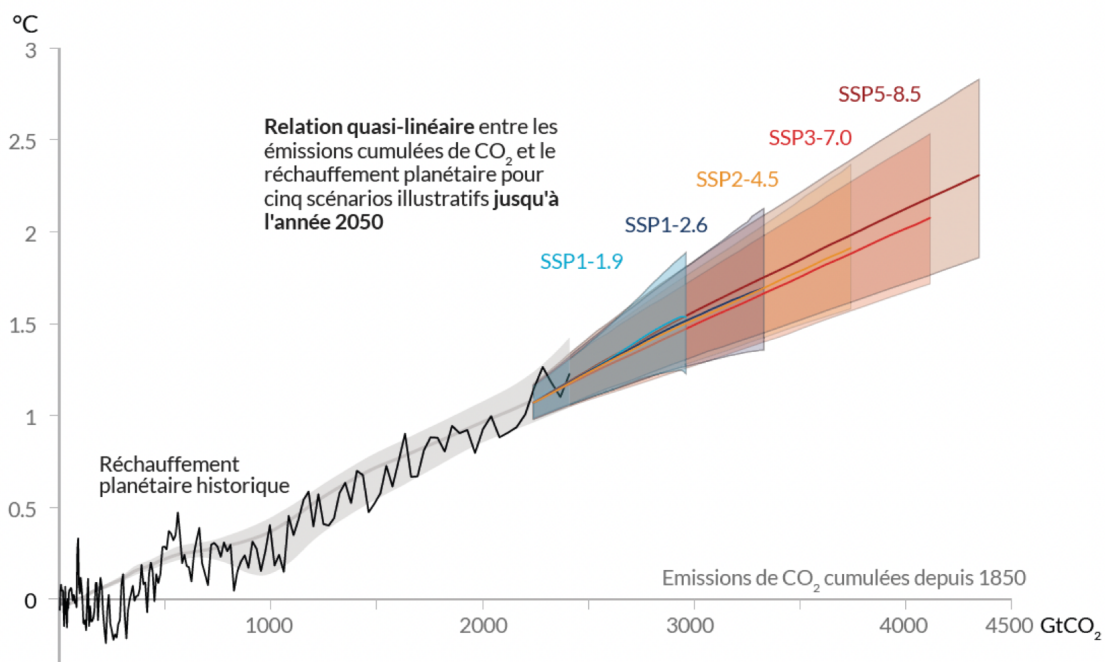
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo1324>



# Chaque tonne d'émissions de CO<sub>2</sub> entraînera un recul supplémentaire des glaciers dans le monde

## Chaque tonne d'émissions de CO<sub>2</sub> accroît le réchauffement de la planète

Augmentation de la température à la surface du globe depuis 1850–1900 (°C) en fonction des émissions cumulées de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>)



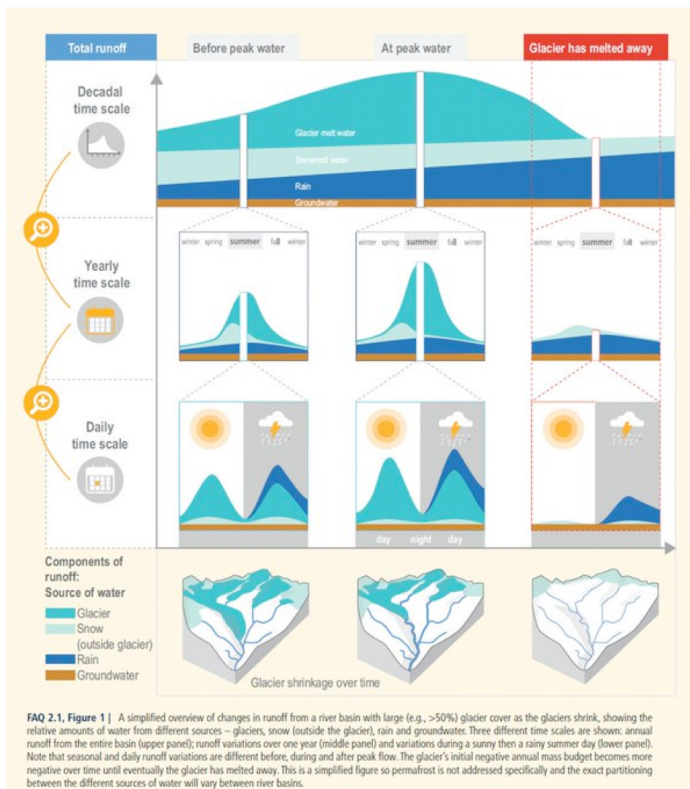
Chaque kg de CO<sub>2</sub> émis entraîne inéluctablement environ 15kg de perte de masse des glaciers

<https://www.nature.com/ar2cles/s41558-018-0093-1>

GIEC, 2021



## Chaque incrément de réchauffement supplémentaire entraînera des changements supplémentaires de la cryosphère de montagne



FAQ 2.1, Figure 1 | A simplified overview of changes in runoff from a river basin with large (e.g., >50%) glacier cover as the glaciers shrink, showing the relative amounts of water from different sources – glaciers, snow (outside the glacier), rain and groundwater. Three different time scales are shown: annual runoff from the entire basin (upper panel); runoff variations over one year (middle panel) and variations during a sunny then a rainy summer day (lower panel). Note that seasonal and daily runoff variations are different before, during and after peak flow. The glacier's initial negative annual mass budget becomes more negative over time until eventually the glacier has melted away. This is a simplified figure so permafrost is not addressed specifically and the exact partitioning between the different sources of water will vary between river basins.

Dans le monde, 2 milliards de personnes et 2/3 de l'agriculture irriguée dépendent du ruissellement provenant des régions de montagne.

Les reculs du manteau neigeux et des glaciers vont continuer à affecter les variations saisonnières des débits des cours d'eau et leurs niveaux extrêmes (pic d'eau avec la fonte puis diminution après perte de masse).

La baisse d'approvisionnement en eau avec le recul de la cryosphère de montagne est une limite dure pour l'adaptation.

GIEC, 2018 (SROCC)  
et 2021-2022



## Dans les régions de montagne

Les aléas vont s'intensifier à mesure du réchauffement planétaire avec des enjeux majeurs pour l'eau, l'énergie (hydroélectricité), l'intégrité des écosystèmes, les productions agricoles et forestières, les activités récréatives et de tourisme (dépendance croissante à l'enneigement artificiel pour le ski) et la gestion de risques.

Les zones bioclimatiques montent en altitude avec le réchauffement, conduisant à des déplacements (limites des arbres) et des risques d'extinction pour les espèces endémiques restreintes aux altitudes les plus élevées (enjeux de protection)

Ces changements affectent les modes de vie et les valeurs culturelles (mémoire, culture) et la sérénité (solastalgie, sentiment de perte lié aux paysages glaciaires)

Les modifications du ruissellement et les sécheresses vont entraîner une compétition croissante pour les différents usages de l'eau (hydroélectricité, agriculture, tourisme) avec des enjeux du renforcement de la gestion de l'eau (transparence, équité)

La plupart des actions d'adaptation sont incrémentielles et n'ont ni l'ampleur, le rythme et la portée nécessaires pour faire face aux risques à venir

