

Changement climatique et risques naturels dans les Alpes

Événements remarquables 2018



Simon Gérard et Benjamin Einhorn

Juillet 2019

Avec le soutien de :



Table des matières

Introduction	3
Rappel de la démarche.....	3
Méthodologie	4
Contextualisation.....	4
Principaux événements climatiques en 2018.....	5
Echelle européenne	5
Echelle alpine	6
Températures	6
Bilan hydrologique.....	9
Précipitations.....	9
Un début d'hiver exceptionnel marqué par le passage de deux tempêtes.....	13
Un phénomène généralisé à l'ensemble des Alpes occidentales	13
Contraste et opposition entre haute et moyenne montagne	15
Conséquences sur les aléas	15
Des conditions exceptionnelles à l'origine de nombreux aléas	15
Caractères remarquables et enseignements des événements de janvier 2018.....	20
Un été qui contraste fortement avec le début d'année	22
Un retour rapide à une situation caniculaire	22
La haute montagne en première ligne	23
Eroulement à la Meije.....	24
Eroulement de l'arrête des Cosmiques.....	25
Effondrement au Trident du Tacul.....	26
Eroulement de l'Eperon de Taconnaz.....	26
Événements isolés.....	27
Chutes de blocs à Pont-en-Royans (Vercors) le 22 avril 2018	27
Événements isolés présentés dans les précédents rapports	28
Glissement du Pas de l'Ours	28
Glissement du Bersend	28
Conclusion.....	29
Références.....	30
Remerciements.....	32
Annexes	32

Photos de couverture :

- Avalanche du col de Tende © Eric Courcier
- Eroulement de la Meije © PGHM
- Coulée de boue de la Grave © Dauphiné Libéré
- Coulée de boue de Névache © Dauphiné Libéré

Introduction

Rappel de la démarche

Le changement climatique entraîne une dérive progressive des valeurs moyennes et extrêmes dans les paramètres climatiques, en même temps que des modifications rapides de l'environnement alpin. Avec la poursuite du réchauffement, on s'attend en particulier à une possible augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes comme les vagues de chaleur, les sécheresses et les épisodes de précipitations intenses. Les régions alpines sont particulièrement sensibles à ce type d'épisodes météorologiques, qui jouent souvent un rôle essentiel dans la préparation et le déclenchement de nombreux aléas naturels en montagne.

Même si les observations ne révèlent pas nécessairement de tendance claire et généralisée, on constate localement ces dernières années une recrudescence et une intensification de phénomènes liés à des épisodes météorologiques extrêmes, voire l'apparition de phénomènes nouveaux. Des changements plus progressifs sont également perceptibles dans la saisonnalité ou la localisation des phénomènes.

Suite au nombre inhabituellement élevé de phénomènes naturels générateurs de dommages observés dans le massif alpin ces dernières années, le PARN a mis en place un suivi des événements considérés comme « remarquables », dans le contexte du changement climatique, par les acteurs opérationnels ou scientifiques de la gestion des risques naturels en montagne. Il s'agit, non pas d'un inventaire à visée exhaustive, mais d'un travail exploratoire de l'évolution observable des phénomènes naturels en milieu alpin et des changements à venir dans le cadre d'une transformation climatique. Ce suivi technique et scientifique s'inscrit dans le cadre de la **plateforme Alpes-Climat-Risques**¹, animée par le PARN avec le soutien de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, de la Région SUD/Provence-Alpes-Côte d'Azur et de Grenoble-Alpes-Métropole.

Afin de mettre en valeur les relations entre ces événements remarquables et les évolutions climatiques, nous avons mis en place une base de données synthétique à partir de phénomènes choisis, considérés comme « remarquables » en raison de leur fréquence, intensité, saisonnalité, localisation ou conditions de déclenchement particulières, et/ou de leurs impacts physiques et socio-économiques sur les territoires alpins.

Cette base de données se présente sous la forme de **fiches événements** qui contiennent :

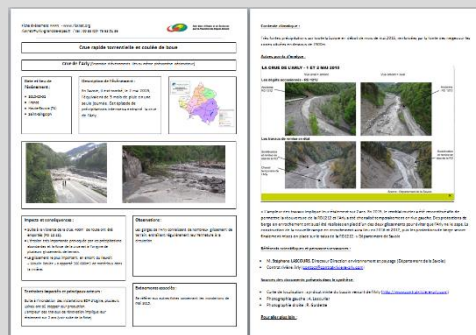
- Une présentation du phénomène (lieu, date, description et photographies du phénomène ...)
- Les différents impacts sur le milieu et l'occupation du sol ;
- Les différents territoires et acteurs impliqués dans la gestion de l'événement ;
- Le contexte climatique et les événements associés.

A ces informations s'ajoutent également une liste de personnes référentes, gestionnaires et scientifiques, ainsi que des liens pour approfondir l'étude du phénomène.

Les événements répertoriés sont par ailleurs classifiés en fonction de leur inscription dans la durée. Ainsi, nous identifions les événements soit comme étant des phénomènes isolés, soit comme étant inscrits dans une série d'événements plus importants, tous liés au même phénomène déclencheur.

L'ensemble de ces fiches est disponible sur le portail Alpes-Climat-Risques à l'adresse suivante :

http://www.risknat.org/alpes-climat-risques/Base_de_connaissances/Evenements_remarquables.html



¹ <http://risknat.org/plateforme-alpes-climat-risques/>

Dans la continuité des rapports sur les événements 2015, 2016 et 2017 (Einhorn et Gérard, 2017 ; Gérard et al., 2018 ; Gérard et al., 2019), le PARN a poursuivi son travail d'inventaire et d'analyse sur les événements survenus en 2018.

Méthodologie

Ce travail exploratoire soulève la question des indicateurs utilisés et des différentes grilles d'analyse possible pour aborder la question de l'évolution des risques naturels en montagne dans le contexte du changement climatique. Un réel enjeu a été identifié quant à la définition même de la notion d'événement remarquable. En effet, la sélection à visée non exhaustive des événements considérés dans cette analyse présente nécessairement un caractère subjectif.

Dans cet objectif, un groupe de travail spécifique basé sur notre réseau scientifique et technique a été mis en place fin 2018. La démarche en cours de développement repose sur les pistes d'action suivantes :

- La définition du caractère remarquable d'un événement ;
- Le recensement des sources de données existantes concernant les événements remarquables ;
- La mise en place d'un recensement des événements insuffisamment documentés ;
- La participation à des groupes de travail thématiques.

Un premier appel à contribution concernant les modifications que connaissent les montagnes a été lancé, dans la lignée du programme Refuges Sentinelles, en partenariat avec Mountain Wilderness, Montagnes Magazine, les dispositifs Sentinelles des Alpes. Cet appel vise à collecter des données, via les pratiquants, les promeneurs, les touristes, les personnels de terrain, afin d'alimenter les différentes bases événements scientifiques déjà en place. L'action a également un rôle de sensibilisation et de co-construction, en impliquant le grand public dans l'observation et l'étude des impacts du changement climatique sur les milieux naturels de montagne.

Nous continuons à travailler sur cette problématique, en collaboration avec notre réseau scientifique, afin d'affiner la méthodologie qui sous-tend cette analyse pour les prochains rapports.

Contextualisation

L'année 2018, dans la continuité des précédentes en termes d'anomalie climatique, se distingue par des températures records sur l'ensemble de l'année, avec une moyenne annuelle supérieure de plus de 1°C par rapport aux années 2017 et 2016, et de presque 0,5°C par rapport aux années 2014 et 2015 (OBSCAN, bilan N°58). Ces records de températures se cumulent à des records de précipitations lors de l'hiver 2017/2018, qui apparaît comme l'un des plus arrosés sur les 30 dernières années, notamment en raison du passage de la tempête Eleanor début janvier.

Ainsi, au cours de l'année 2018, deux temps forts se dégagent auxquels apparaissent fortement corrélés les principaux événements remarquables répertoriés. Dans un premier temps, de janvier à avril, les fortes précipitations du début d'année accompagnées de températures exceptionnellement chaudes et variables entraînent des cumuls de neige records en haute montagne, et des phénomènes de fonte rapide et de « pluie sur neige », à l'origine d'une augmentation importante du nombre d'aléas en moyenne et basse montagne. Dans un second temps, à partir d'avril, on observe l'installation d'une vague de chaleur continue, sans périodes de « fraîcheur », c'est-à-dire avec des températures inférieures aux moyennes enregistrées entre 1981 et 2010, à l'origine d'un printemps et d'un été caniculaire, mais également d'un automne très sec. Les phénomènes orageux qui s'ajoutent à cet état climatique entraîne la déstabilisation des sols, responsable de nombreuses laves torrentielles. La haute montagne apparaît également en première ligne des conséquences engendrées par la canicule durable.

Principaux événements climatiques en 2018

Echelle européenne



Figure 1 : « Bandes de chaleur » illustrant l'évolution des températures en Europe entre 1958 et 2018. (le bleu symbolisant des années moins chaudes, et le rouge des années chaudes)

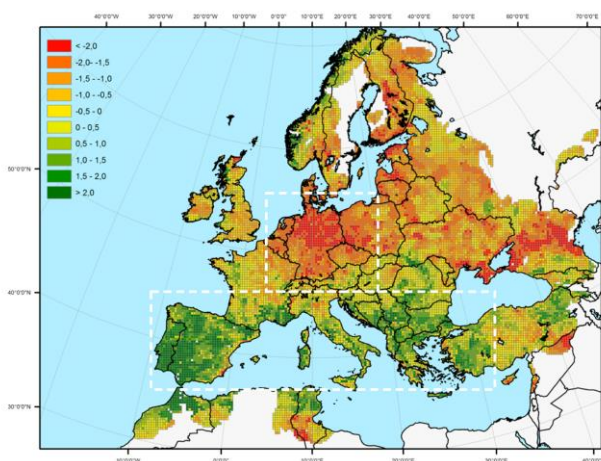
Source : Service Copernicus concernant le changement climatique

Les informations fournies par le service Copernicus concernant le changement climatique (C3S) mettent en exergue les conditions météorologiques extrêmes auxquelles ont été confrontés les européens en 2018, que ce soit au niveau des vagues de froid, des canicules, sécheresses ouragans ou inondations. Ces observations confirment la multiplication des épisodes météorologiques extrêmes à l'échelle Européenne.

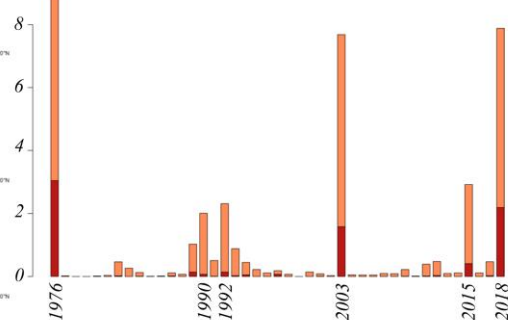
Si le début de l'année a été marqué par une longue période de froid et de neige, les températures en Europe ne sont passées en dessous de la moyenne qu'en février et mars l'an dernier. Principale raison : un été avec des températures supérieures aux normales entamé dès le mois d'avril pour le reste de l'année. À partir de là, c'est l'histoire de deux extrêmes : un régime beaucoup plus humide que la norme au sud de l'Europe et une année 2018 exceptionnellement chaude et sèche au nord. L'Europe centrale a enregistré, elle, des températures caniculaires qu'elle n'avait pas connues depuis les années 50, avec des précipitations 80 % inférieures à la normale au printemps, à l'été et à l'automne au centre et au nord de l'Europe. L'Allemagne a connu une année particulièrement ensoleillée : certaines régions au centre ainsi qu'au nord de l'Europe ont même bénéficié d'un taux d'ensoleillement jusqu'à 40 % supérieur à la moyenne.

Source : Copernicus, Europe's eye on earth (2019).

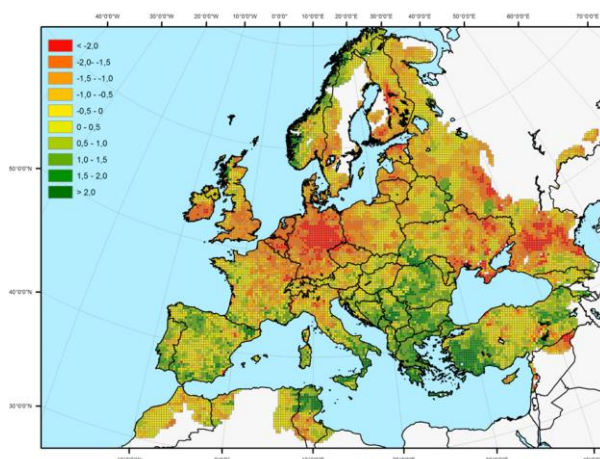
a) SPEI-6 from March to August 2018



b) Spatial extension ($\text{km}^2 * 10^5$) of severe-to-extreme and extreme drought events in central Europe



c) SPEI-3 from June to August 2018



d) Spatial extension ($\text{km}^2 \times 10^5$) of severe-to-extreme and extreme summer drought events in central Europe

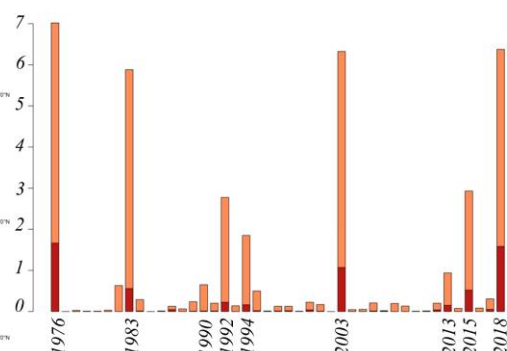


Figure 2 : Indice d'évapotranspiration et extension spatiale des sécheresses associées en Europe Centrale de 1976 à 2018.

Source : Toreti et al. 2019

Les figures 1 et 2, qui associent l'indice d'évapotranspiration entre Mars et Août 2018 à l'impact sur les sécheresses, en comparant l'extension spatiale de ces dernières aux autres sécheresses depuis 1976, mettent en évidence le caractère remarquable de la vague de chaleur que connaît l'Europe (et la France) à cette période.

L'interprétation des données climatiques est importante : si la moyenne des précipitations en Europe peut sembler globalement normale, les relevés laissent entrevoir des extrêmes lorsqu'on les examine région par région. Un ressenti que l'on retrouve aussi sur le terrain : la Scandinavie, par exemple, a connu les incendies les plus virulents de son histoire moderne, tandis que l'ouragan Leslie, qui s'est abattu sur la péninsule ibérique en octobre, représente la plus grosse tempête que le pays ait eu à déplorer depuis 1842.

Source : Copernicus, Europe's eye on earth (2019).

Echelle alpine

A l'échelle des Alpes, cette situation se traduit par un fort contraste entre le début d'année marqué par de très fortes précipitations et un été marqué par des températures très élevées. Les analyses des Bilans climatiques 2018 de l'Observatoire du changement climatique de l'Agence Alpine des Territoires apportent de nombreux points d'analyse que nous avons réutilisés dans cette partie (travail d'analyse réalisé par C. Chaix).

Températures

Avec un écart à la moyenne (calculée entre 1961 et 1990) de près de 2,5 °C dans les Alpes françaises, l'année 2018 apparaît comme la plus chaude jamais enregistrée (figure 3). Ce record est d'autant plus significatif qu'il ne dépend pas uniquement de quelques mois de canicule très importante, mais bien d'un cumul de plusieurs mois consécutifs très chauds. Ainsi les températures mensuelles enregistrées à partir d'avril sont toutes dans le top 10 des plus chaudes jamais observées. A l'échelle des Alpes françaises, la différence de température entre l'année 2018 et les années précédentes est moins marquée qu'à l'échelle des Alpes du Nord. Ainsi, sur les 8 dernières années, 3 ont une température moyenne supérieure de plus de 2°C à la normale dans les Alpes françaises, contre 4 à l'échelle des Alpes du Nord (figures 3 et 4).

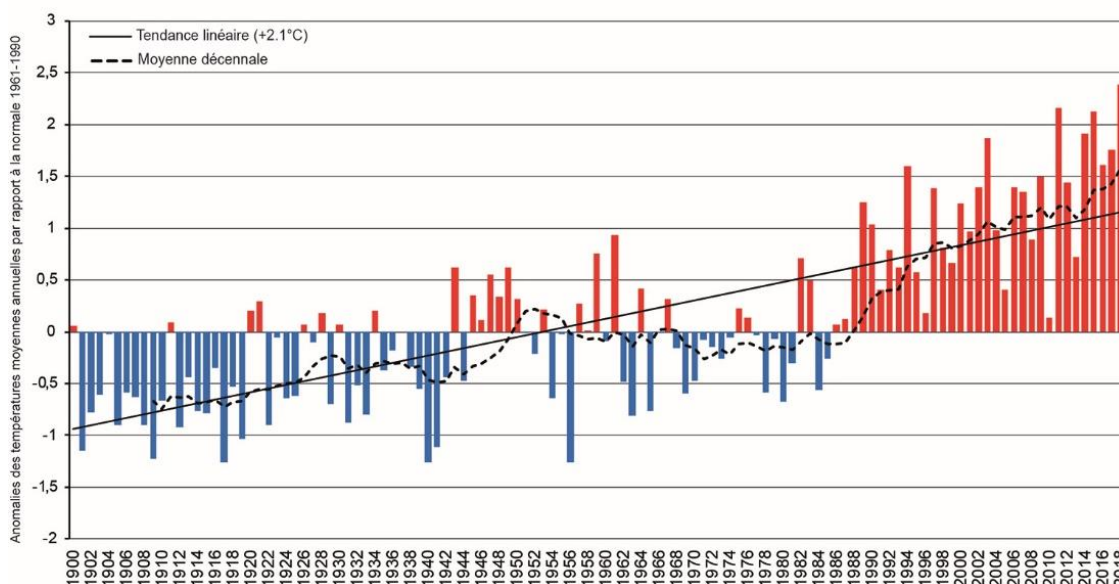


Figure 3 : Evolution des températures moyennes annuelles entre 1900 et 2018 dans les Alpes françaises
 Source : Météo-France ; traitement AGATE (Bilan climatique 2018)

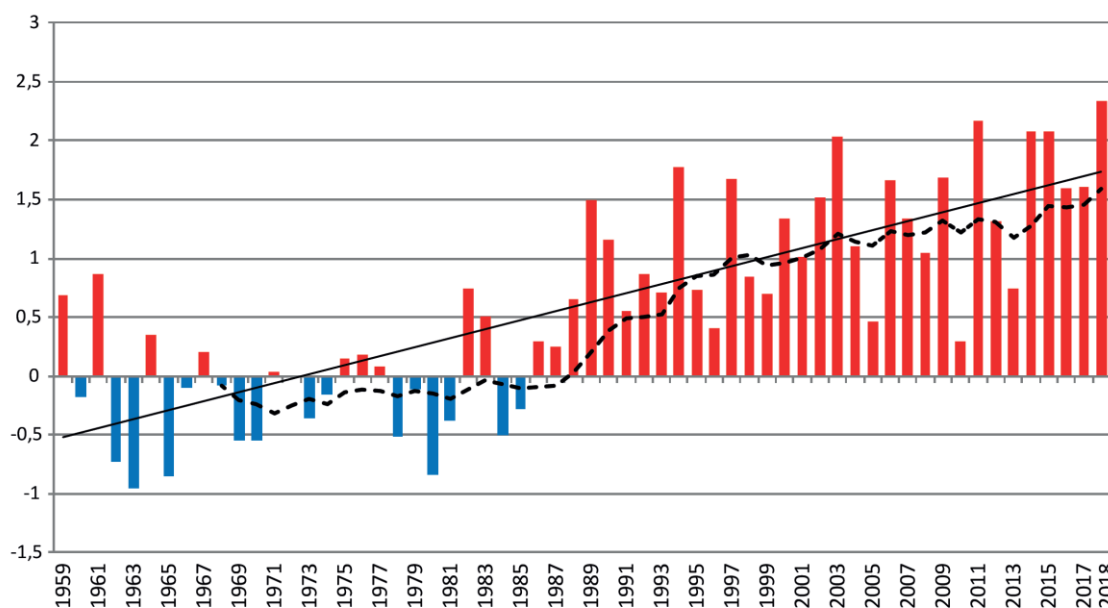


Figure 4 : Ecarts des températures moyennes annuelles (en °C) de 1959 à 2018 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du Nord.
 Source : Météo-France ; traitement AGATE (Bilan climatique 2018)

Cette situation extrême qui s'installe à partir d'avril se traduit par un écart à la moyenne de près de 1 °C par rapport à l'année 2015, pourtant record (Einhorn et Gérard, 2017) et de plus de 1 °C (voire de presque 1,5 °C) par rapport aux années 2016 et 2017 (figure 5).

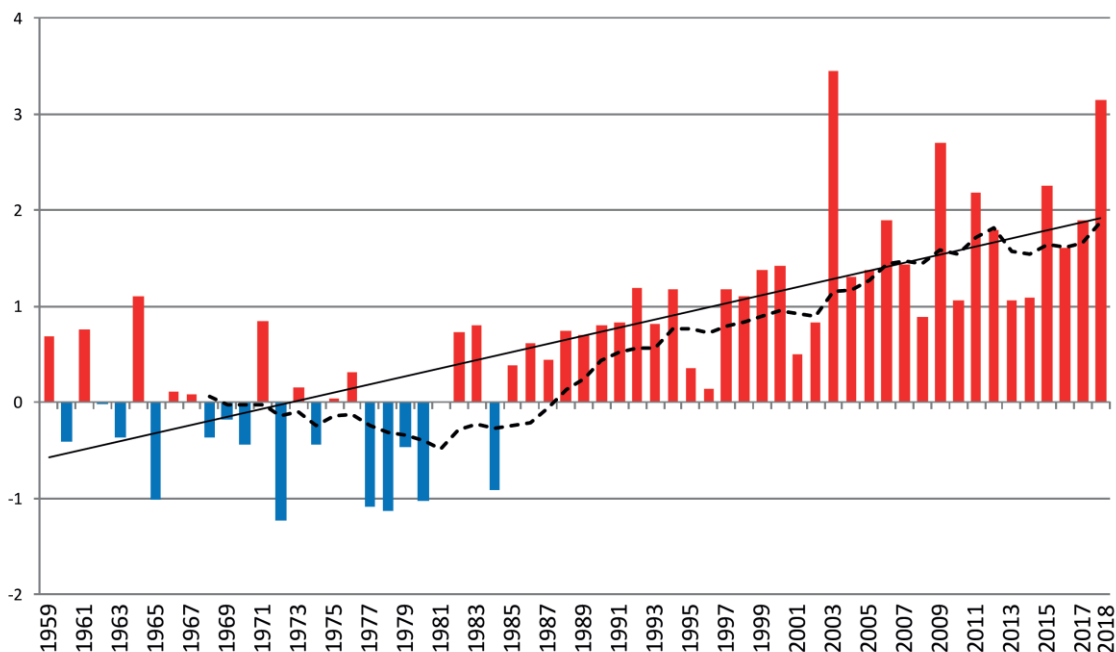


Figure 5 : Ecarts des températures moyennes de la période végétative (en °C d'avril à septembre) de 1959 à 2018 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du Nord.

Source : Météo-France ; traitement AGATE (Bilan climatique 2018)

À l'échelle mensuelle et saisonnière, l'évolution des températures se caractérise par un mois de Janvier très doux (2^{ème} depuis 1959), ainsi qu'un printemps et un été bien au-dessus des normales avec des écarts respectifs de +2,65 °C et +2,9 °C. L'arrivée très précoce des vagues de chaleur, qui atteignent leur paroxysme en juin, avec un écart à la normale de +3,2 °C, contribue très fortement à marquer le contraste entre le début d'année très arrosé et le déficit hydrique important que l'on peut observer à l'automne. Ce contraste sera particulièrement visible en haute montagne où les cumuls neigeux records ne permettront pas de compenser la fonte très importante et les niveaux d'ETP (évapotranspiration) (figure 6), entraînant, à la mi-juillet, un niveau de sécheresse identique à celui observé en 2017.

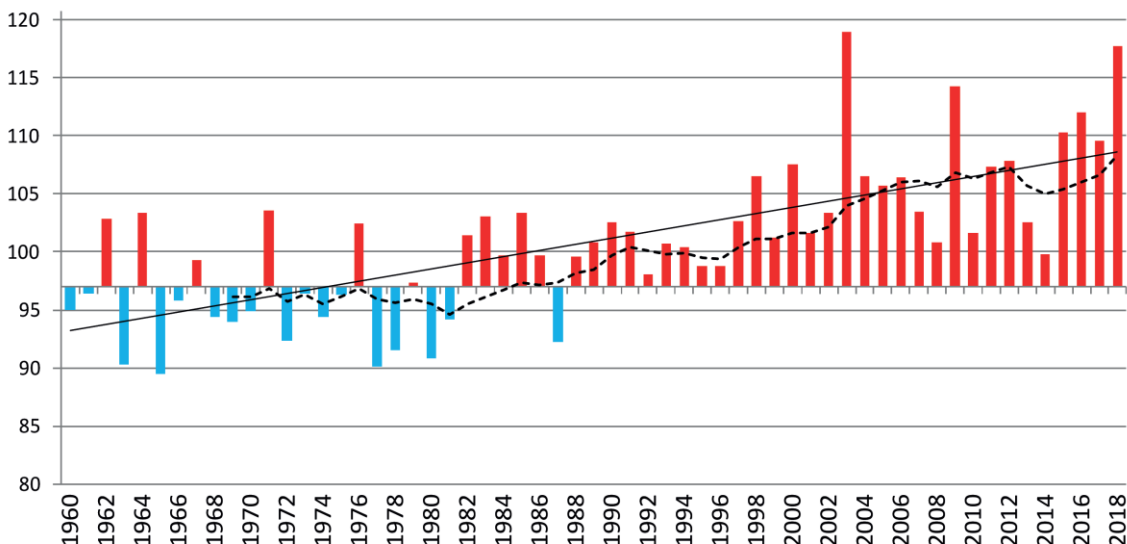


Figure 6 : Ecarts de l'ETP moyen (évapotranspiration potentielle de Penman) de la période végétative (en mm, d'avril à septembre) de 1960 à 2018 par rapport à la normale 1961-1990 à Bourg-Saint-Maurice.

Météo-France ; traitement AGATE (Bilan climatique 2018)

Bilan hydrologique

Cette opposition est particulièrement visible à travers l'étude de l'évolution du bilan hydrologique de la période végétative – d'avril à septembre - pour 2018 (figure 7, données mesurées à Bourg-St-Maurice représentatives des Alpes du Nord). On y observe ainsi un déficit de près de 400 mm, soit un déficit supérieur de plus de 100 mm à celui observé en 2017, contrastant fortement avec le bilan hydrologique 2017/2018 (d'octobre à septembre) qui, quant à lui, présente un excédent de 250 mm.

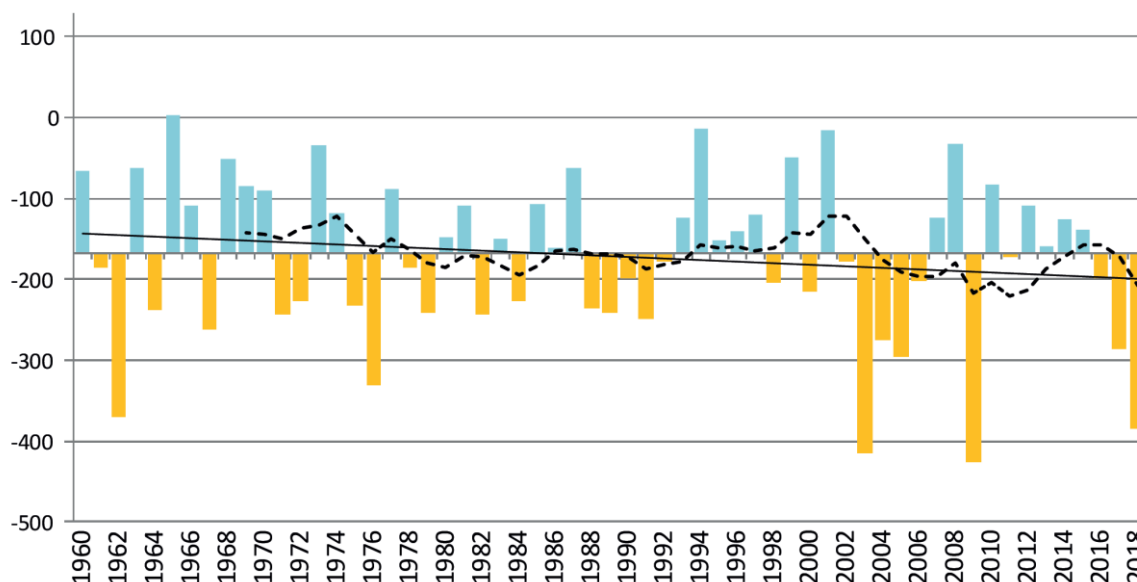


Figure 7 : Ecarts des bilans hydrologiques de la période végétative (en mm, d'avril à septembre) de 1960 à 2018 par rapport à la normale 1961-1990 à Bourg-Saint-Maurice.

Source : Météo-France ; traitement AGATE (OBSCAN 2018)

Précipitations

En termes de précipitations, l'année 2018, dans sa globalité de janvier à décembre, ne présente qu'un excédent de 7% de précipitations par rapport à la normale. Cependant, le contraste mis en avant précédemment va de nouveau se faire sentir à travers l'étude de la répartition des précipitations au cours de l'année. Ainsi, 2018 se distingue avec un début d'année particulièrement arrosé, avec une anomalie positive de précipitations de près de 1500 mm pour la période hivernale (figure 8), notamment en raison du passage de deux tempêtes, Carmen et Elenaor. On observe ainsi des cumuls supérieurs de 70% à la normale pour le mois de décembre 2017, et de 250% pour le mois de janvier. Le mois de mars, à l'échelle des Alpes du Nord, est également excédentaire avec +40% de précipitations par rapport à la normale 1961-1990.

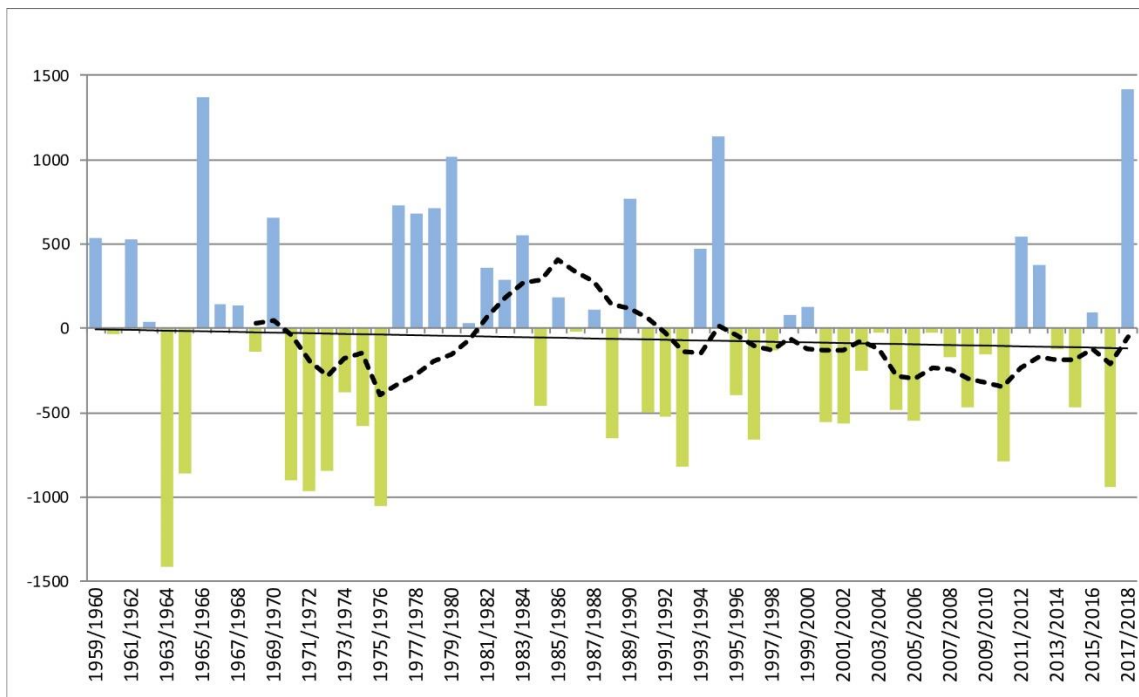


Figure 8 : Ecarts des cumuls hivernaux moyens de précipitations (en mm) de 1959/1960 à 2017/2018 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du Nord.

Source : Météo-France ; traitement AGATE (OBSCAN 2018)

Cette accumulation très importante de précipitations se traduit par d'importants cumuls neigeux en haute et moyenne montagne, bien supérieurs à la moyenne mesurée entre 1981 et 2010 (figure 9).

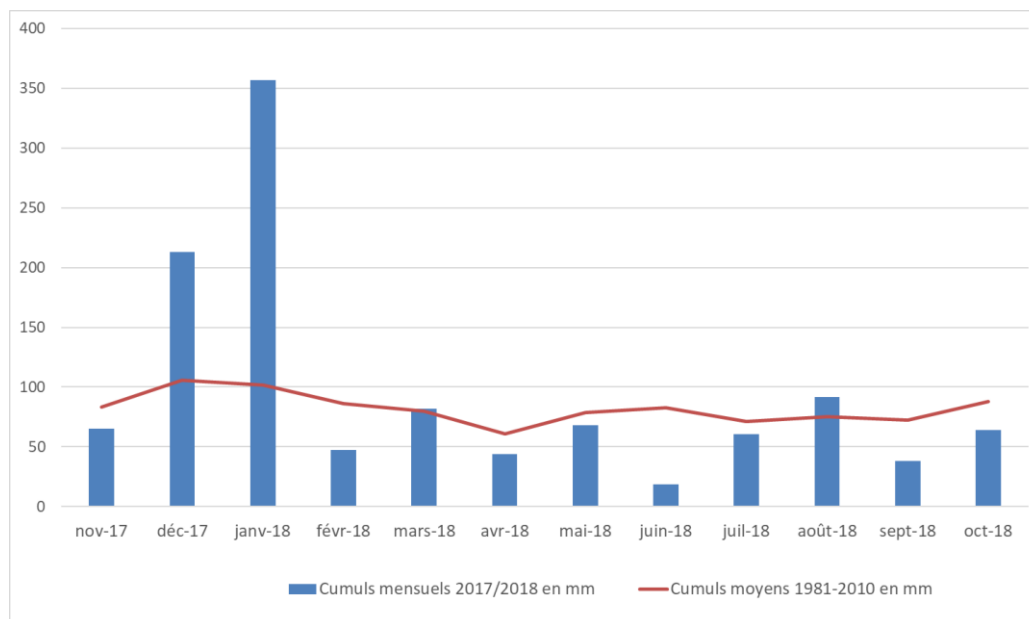


Figure 9 : Cumuls mensuels de précipitation entre novembre 2017 et octobre 2018 à Bourg-Saint-Maurice.

Source : Météo-France ; traitement AGATE (Bilan climatique 2018)

Cependant, afin de bien comprendre l'impact de ces événements sur les aléas naturels, il faut de nouveau observer le contraste entre la haute et la moyenne montagne, notamment dû aux températures particulièrement douces du mois de janvier. En effet, si les températures en haute montagne, au-dessus de 1800/2000 m, permettent une accumulation très importante qui se traduira par des cumuls supérieurs à 10 m dans certaines zones protégées du vent, en dessous de 2000 m - en basse montagne donc - les cumuls vont connaître de nombreuses variations.

Ainsi la succession de chutes de neige et de pluie entraîne un lessivage permanent du manteau neigeux ainsi que des phénomènes de pluie sur neige, qui seront à l'origine du déclenchement de nombreux aléas gravitaires (voir ci-après).

L'alternance des températures dans un contexte de précipitations importantes a donc un impact direct sur l'accumulation du manteau neigeux en dessous de 1800 m d'altitude (figure 10). On observe ainsi un cumul supérieur à la moyenne entre novembre 2017 et janvier 2018, suivi mi-janvier d'une forte baisse et d'un retour à la normale. La fin de saison, quant à elle, présente un déficit important et ce, malgré des précipitations toujours importantes (excédent de 40% en mars par rapport à la moyenne). Cette forte baisse s'explique par l'arrivée, dès avril de la vague de chaleur qui ne se dissipera pas avant l'automne, entraînant une forte augmentation de la fonte et des niveaux d'ETP.

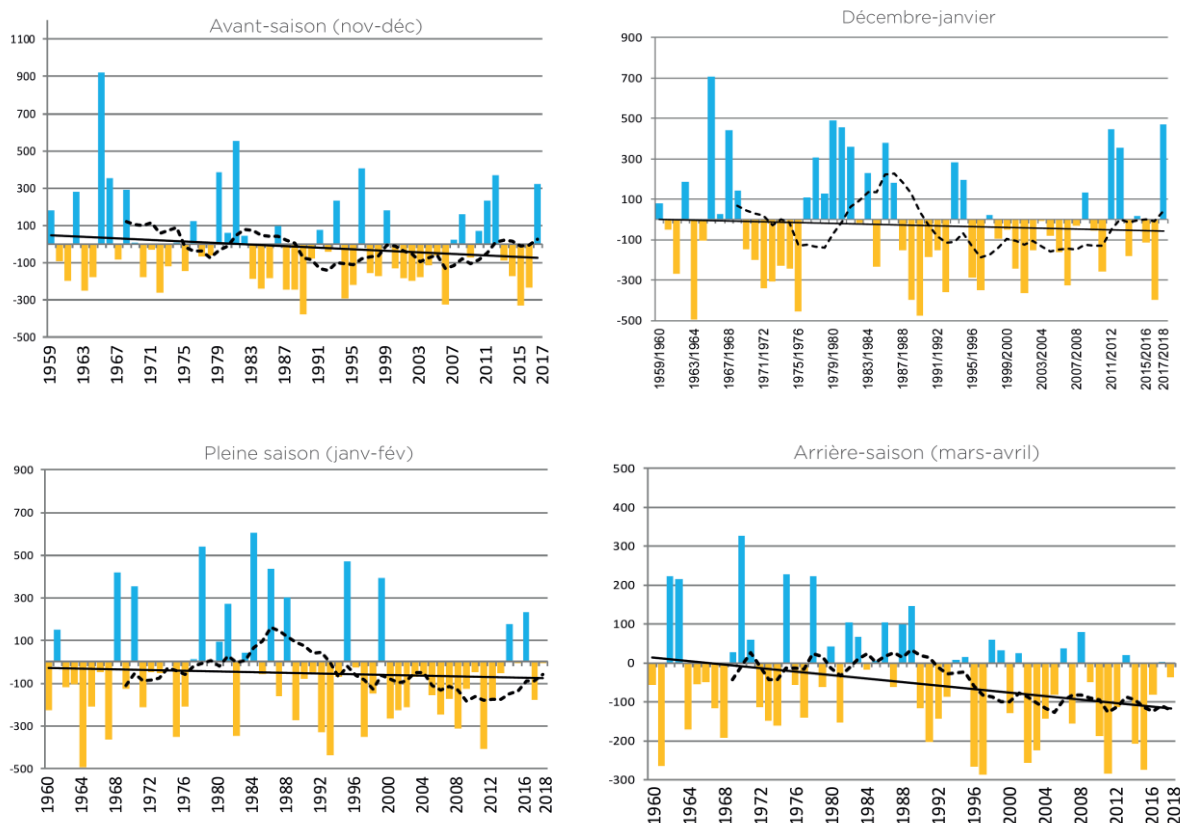
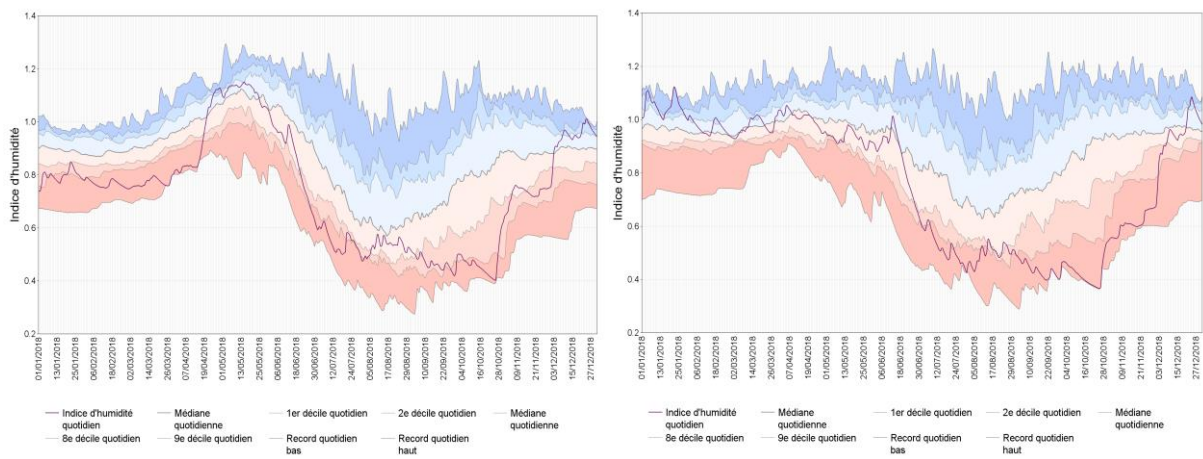


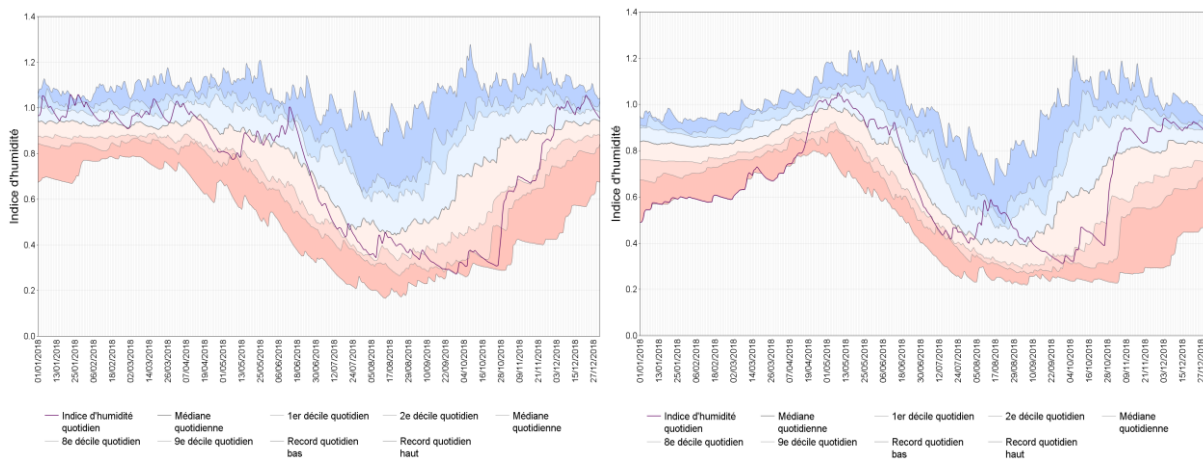
Figure 10 : Ecarts des cumuls de neige bimestriels (en cm) dans les Alpes du Nord (<1800m) entre 1959 et 2018 par rapport à la normale 1961-1990.

Source : Météo-France ; traitement AGATE (OBSCAN 2018)

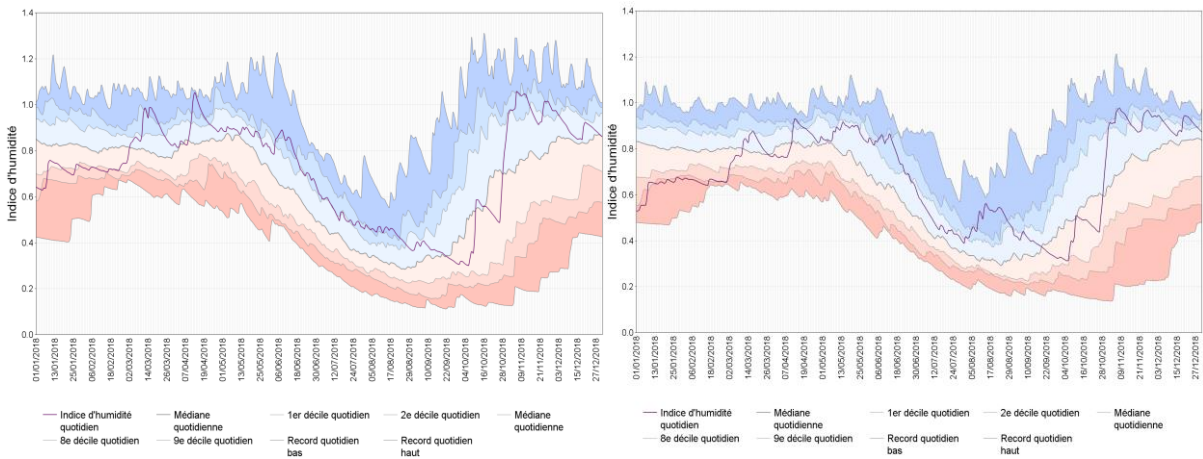
L'influence de la vague de chaleur record qui touche les Alpes à partir d'avril est particulièrement visible à travers l'étude d'un indice qui traduit l'humidité des sols par rapport à sa réserve utile. Cet indice SWI (Soil Wetness Index) met en avant la saturation ou le déficit hydrique d'un sol au travers d'un indicateur compris entre 0 et 1 (1 représentant un sol saturé en eau et 0 un sol présentant un déficit hydrique important).



Savoie (73) – Haute Savoie (74)



Isère (38) – Hautes Alpes (05)



Alpes Maritimes (06) – Alpes de Haute-Provence (04)

Figure 11 : Indice d'humidité des sols pour les départements 38, 73, 74, 04, 05, 06.

Source : Météo France ; Direction des Service Climatiques.

Cet indice, malgré une certaine hétérogénéité entre les départements, montre bien une évolution d'ensemble en deux temps (figure 11) :

- Tout d'abord un début d'année globalement dans la moyenne, avec des différences qui peuvent s'expliquer par les différences de temps de réponse par rapport à la fonte du cumul neigeux. Si les

cumuls records ne se traduisent pas directement au travers de l'indice SWI, c'est à cause du très fort déficit hydrique enregistré en 2017 qui a bien évidemment une influence sur l'indice SWI du début d'année 2018.

- Ensuite, à partir de début ou mi-juin selon les départements, on observe une chute très forte de l'indice SWI qui traduit une augmentation du déficit hydrique des sols. Cette observation se corrèle bien avec la vague de chaleur qui s'installe à partir d'avril. Le décalage du temps de réponse s'explique par la fonte du manteau neigeux, très important en haute montagne, qui fait office de tampon. La situation devient critique en juillet et se maintiendra jusqu'à fin octobre / début novembre en fonction des départements.

Un début d'hiver exceptionnel marqué par le passage de deux tempêtes

Début Janvier, deux tempêtes se succèdent. La tempête Carmen touche la France entre le 29 décembre et le 1 janvier, suivie, entre le 2 et le 5 janvier, de la tempête Elenaor (cf. [fiche événement](#)).

Un phénomène généralisé à l'ensemble des Alpes occidentales

Dans les Alpes, et surtout en hautes altitudes, les températures [de janvier 2018] ont dépassé les valeurs moyennes à long terme de 2 à 3 °C. Les masses d'air doux ont provoqué un excès d'humidité dans les Alpes, entraînant plus du double des précipitations habituelles dans de nombreuses régions, en particulier dans les Alpes du Nord françaises et les Alpes suisses occidentales (Fig. 1 2a) (Stoffel et Corona, 2018).

Le mois de décembre 2017 alterne, au niveau des chutes de neige, entre périodes de disette et périodes fastes mais connaît plusieurs chutes de neige qui forment en haute montagne un manteau conséquent, avec des accumulations de neige dépassant cinq mètres d'épaisseur à haute altitude (Fig. 1 2b). Ces charges de neige considérables ont amené le risque d'avalanche à des niveaux extrêmes, menaçant les villages et les voies de communication, et laissant les touristes bloqués dans les stations de montagne (Stoffel et Corona, 2018).

Entre le 29 et le 30 décembre, ces chutes de neige, conséquences de la tempête Carmen, entraînent un cumul allant jusqu'à 1m30, à 1000 m d'altitude. Le 31 décembre, la limite pluie-neige remonte drastiquement pour se stabiliser aux alentours de 2000 m d'altitude. Cette première tempête sera suivie, 2 jours plus tard, de la tempête Eleanor qui perdurera entre le 2 et le 5 janvier, toutes deux accompagnées à nouveau de fortes pluies et chutes de neige (Coléou 2018). Ces précipitations ont provoqué de multiples épisodes de pluie sur neige à l'origine d'inondations dans de plus petits bassins versants. Elles ont également entraîné des niveaux de débits critiques dans les rivières de montagne sur le flanc nord des Alpes. En outre, les sols saturés d'eau ont favorisé le déclenchement de glissements de terrains superficiels et de laves torrentielles dans des vallées où, historiquement, les glissements de terrain et les coulées de débris étaient exceptionnellement rares (Stoffel et Corona, 2018).

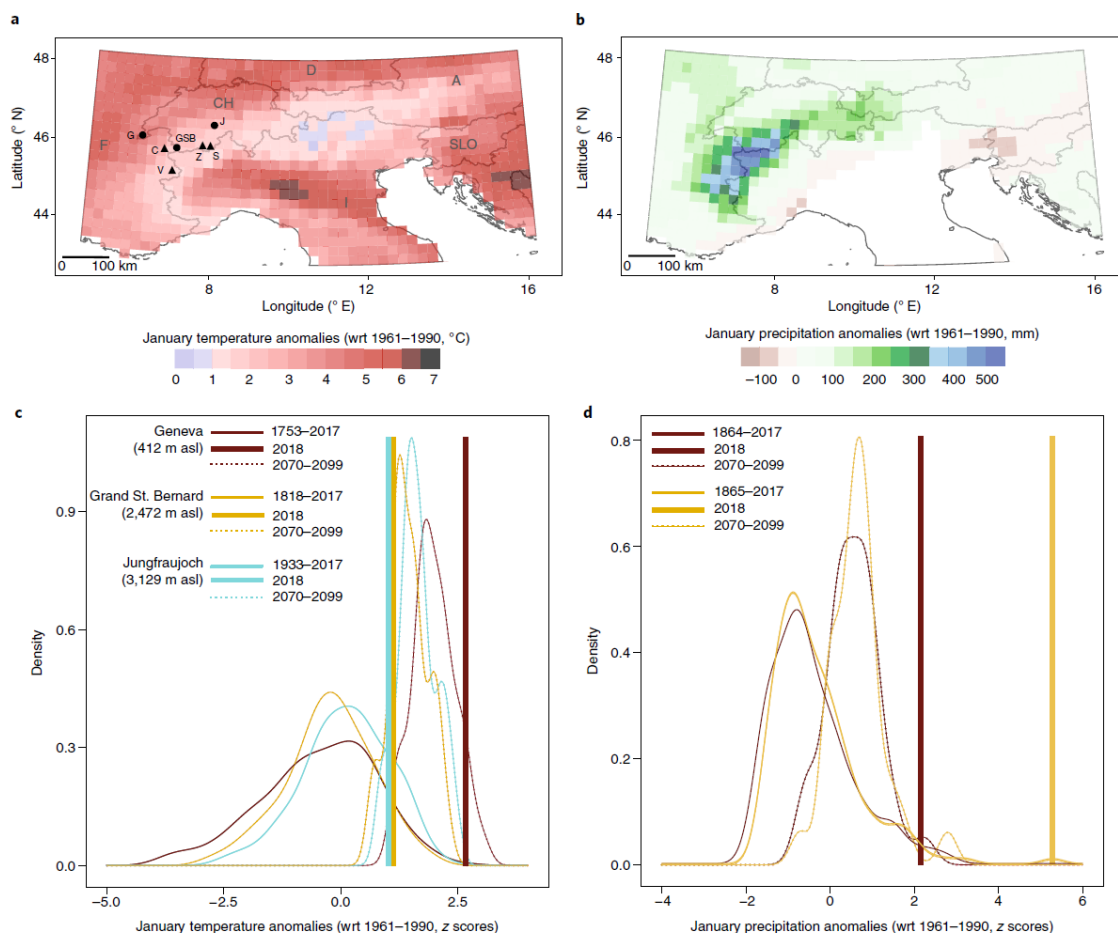


Fig. 1 | Temperature and precipitation anomalies measured across the European Alps in January 2018. **a**, Temperature anomalies ($0.25 \times 0.25 \text{ }^\circ\text{C}$) obtained from the daily, high-resolution E-OBS dataset. **b**, Precipitation anomalies from the E-OBS dataset as compared to 1961-1990 values. **c,d**, Temperature anomalies (**c**) and precipitation anomalies (**d**) for January 2018 as compared to the distribution of previous January anomalies measured at the meteorological stations of Geneva, Grand St. Bernard and Jungfrauoch, and future January anomalies projected by climate models to the end of the twenty-first century. A, Austria; CH, Switzerland; D, Germany; F, France; I, Italy; SLO, Slovenia; C, Chamonix; G, Geneva; GSB, Grand St. Bernard; J, Jungfrauoch; S, Saas Fee; V, Val d'Isère; Z, Zermatt; wrt, with respect to; asl, above sea level.

Figure 12 : Anomalies de températures et de précipitations mesurées dans les Alpes en janvier 2018

Source : Stoffel et Corona (2018)

Un retour d'Est fera suite à ces deux tempêtes, le 8 et 9 janvier, et apportera de nouvelles précipitations, associées à une limite pluie-neige située aux alentours de 1800 m.

Ces différents épisodes se traduisent par des cumuls records, comme au Grand Bornand ou à Bonneval-sur-Arc, où l'on observe respectivement 307 mm et 370 mm de cumul de précipitations en 12 jours (figures 13 et 14).

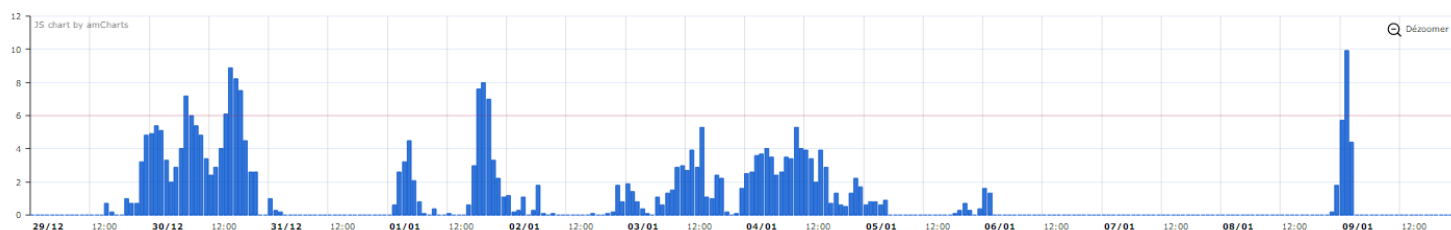


Figure 13 : Cumul de précipitations en mm au Grand Bornand entre le 29/12/2017 et le 9/01/2018.

Source : Département de Savoie

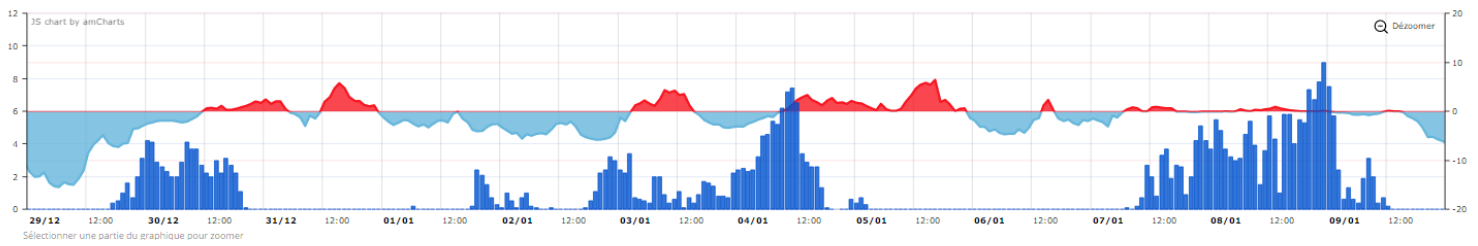


Figure 14 : Cumul de précipitations en mm à Bonneval sur Arc entre le 29/12/2017 et le 9/01/2018.

Source : Département de Savoie

Contraste et opposition entre haute et moyenne montagne

On note une opposition marquée entre les zones de moyenne et basse montagne (inférieures à 1800 m d'altitude) et les zones de hautes montagnes, qui se traduit, en fin de saison hivernale, par un cumul record de neige en haute montagne, et par l'absence de manteau neigeux durable en moyenne montagne (Stoffel et Corona, 2018). Cette situation contraste très fortement avec les situations des années précédentes, et les témoignages quant à la remarquabilité du phénomène sont nombreux (collectivités, services techniques, médias...). Par exemple, Frédi Meignan, ancien gardien du refuge du Promontoire dans les Ecrins et président de l'association Mountain Wilderness qui, en 10 ans de gardiennage, n'a pas le souvenir d'avoir vu, au 10 mai, un taux d'enneigement du vallon des Etançons aussi important que celui observé en 2018. De la même manière, la saison de ski alpinisme et d'alpinisme hivernal se poursuit plus tard que lors des années précédentes, les courses restant en conditions. Cette situation va pourtant, avec la stabilisation de la vague de chaleur commencée en avril, évoluer rapidement, contrastant avec les cumuls enregistrés. On retrouvera, dès avril, un état de sécheresse important en haute montagne, similaire à celui observé en 2017, année remarquable par son déficit hydrique (Gérard et al., 2019).

Conséquences sur les aléas

Des conditions exceptionnelles à l'origine de nombreux aléas

Cette séquence météo, généralisée à la totalité des Alpes occidentales, a des conséquences particulièrement marquées sur les Alpes du Nord en terme de phénomènes naturels générateurs de dégâts. Plus de 200 communes sont impactées sur l'ensemble des départements Isère, Savoie et Haute-Savoie, transformant le mois de janvier, pour la plupart des territoires alpins, en gestion de crise permanente sans précédent. Bernard Airenti, directeur de la sécurité intérieure et de la protection civile de la préfecture de Savoie, fait ainsi remarquer que les mesures mises en place pour faire face aux événements de janvier (voir fiches événements remarquables), constituent une première historique depuis la création du dispositif de vigilance en 2001 (Airenti 2018).

En concertation avec les mairies, des mesures tout à fait exceptionnelles ont été prises jusqu'au 5 janvier, avec l'activation de tous les PIDA (Plan d'Intervention de Déclenchement des Avalanches) et la fermeture préventive de nombreuses routes, dont certaines n'avaient jamais été fermées depuis au moins vingt ans. (Lescurier et al., 2018)

La gestion et les conséquences de ces deux tempêtes, par le département de Savoie, sont détaillées dans la présentation donnée par Anne Lescurier lors du séminaire transversal SDA « La gestion des nombreux incidents de janvier 2018 : cas isolé ou scénario de dimensionnement pour les années futures ? » d'octobre 2018 (Lescurier 2018).



Figure 15 : Glissement de terrain de la Giétaz (73).

Source : Olivier Cartier-Moulin

Le 5 janvier, un glissement de terrain se produit à la Giétaz (figure 15), détruisant deux chalets touristiques.



Figure 16 : Gorges de l'Arly, exemple du secteur de Montgobert (photos de gauche et du centre) et de Montreux (photo de droite) (73).

Source : Département de Savoie

La route des gorges du Val d'Arly, qui relie Albertville à Megève, et notamment le secteur de Montgobert ou de Montreux (Figure 16), très souvent soumise aux différents aléas gravitaires, est fortement affectée par l'épisode de janvier, et fermée à la circulation. On y observe le déclenchement de nombreux glissements de terrain et coulées de boue (figure 17). La route ne rouvrira que début février, soit un mois plus tard.

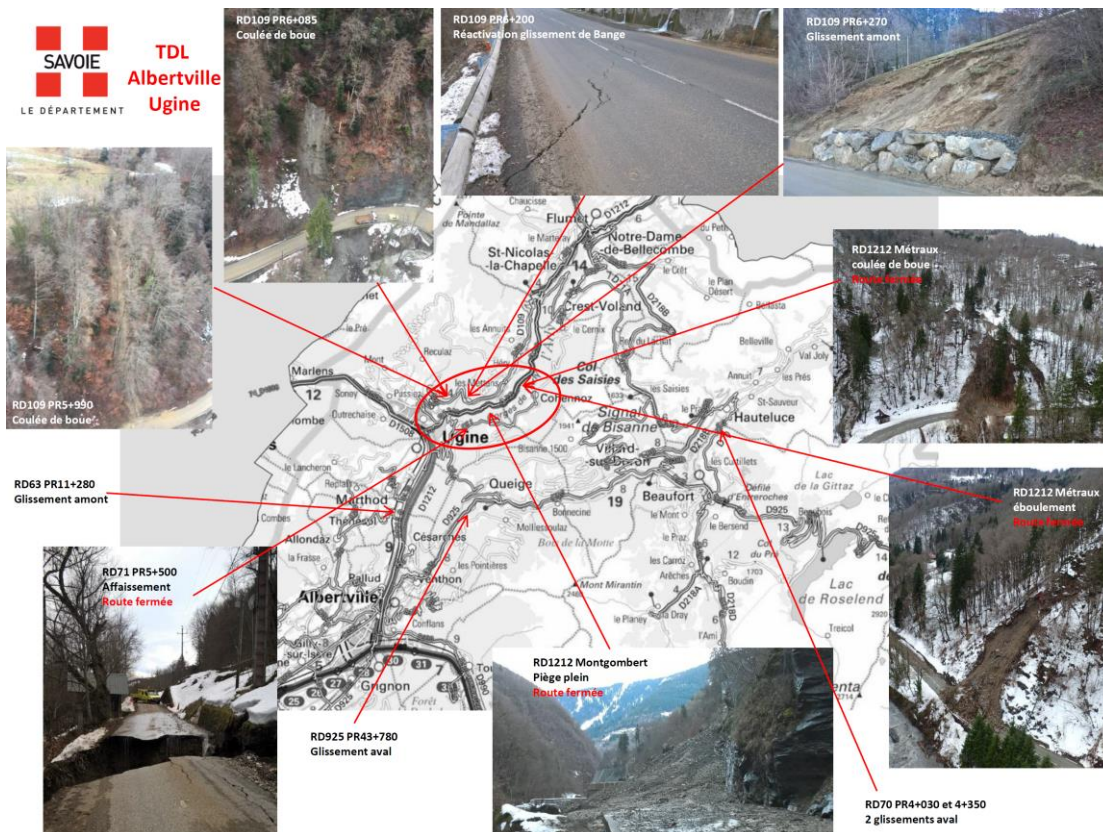


Figure 17 : exemples d'aléas qui ont touché la zone entre Ugine et Albertville suite aux événements de janvier 2018
 Source : Département de Savoie

Outre les glissements de terrain et les nombreuses inondations, le réseau routier a été très impacté par les avalanches, dont les départs également très nombreux ont été fortement influencés par le retour d'Est survenu entre le 7 et le 9 janvier, après le passage des deux tempêtes.



Figure 18 : Avalanche de Bessans (73).
 Source : ALEA

Ce fut par exemple le cas entre Bessans et Bonneval-sur-Arc le 8 janvier (cf. [fiche événement](#)), où l'avalanche a recouvert la route sur une épaisseur de 4 à 7 m, et sur une longueur de 250 m (figure 18).



Figure 19 : Avalanche du Bourgeat, sur la commune des Houches (74).

Source : gauche - Le Dauphiné Libéré / droite – Eric Courcier

Ce fut également le cas aux Houches (figure 19, [fiche événement](#)), e 9 janvier 2018 à 7h25 du matin, une avalanche aérosol issue du glacier de Taconnaz basculait dans le bassin versant du Bourgeat, se chargeait en neige humide sur le bas du couloir, remplissait la majeure partie du dispositif d'arrêt paravalanche et plâtrait par effet de souffle une quarantaine de chalets situés en aval, aux lieux-dits Le Pont et Bois Rond, sur la commune des Houches. Elle a été également remarquable par sa trajectoire, issue d'une zone de départ glaciaire mal localisée à plus de 3200 m d'altitude, bien en amont des zones de départ identifiées dans le PPRN des Houches. Son orientation atypique a d'ailleurs provoqué un effet de souffle dommageable sur une zone affichée sans risque jusque-là (source : département de Haute-Savoie). Avec une dénivelée parcourue de plus de 3000 m, il s'agirait de l'une des plus grandes avalanches des Alpes et d'Europe. (source : RTM 74)

L'écoulement dense de neige lourde a été bien confiné dans le paravalanche, si ce n'est quelques légers débordements sur la face aval de la digue terminale. Les fortes variations de températures durant l'épisode neigeux ont contribué à réchauffer et humidifier le manteau neigeux dans le cirque du Bourgeat. L'écoulement mixte (aérosol et écoulement dense à la base) de neige sèche s'est donc écoulé sur un manteau de neige plus humide aux altitudes plus basses. L'aérosol, de grande ampleur, s'est propagé avec une forte puissance, a largement endommagé la forêt (notamment, en rive droite du couloir, mais aussi sur sa rive gauche) et a aisément franchi la digue frontale du paravalanche du Bourgeat. Il a recouvert une quarantaine de chalets, endommagé les façades, les toitures et les cheminées, et causé des dégâts matériels très bas dans la vallée. Certaines des limites connues et reportées sur la CLPA ont été dépassées. Plusieurs dégâts ont été causés par des effets indirects, en particulier les impacts dus aux arbres détruits et transportés par l'écoulement aérosol. [...] Lors de sa propagation dans le couloir, l'écoulement dense, de neige froide au départ, se transforme en un écoulement plus lent, de neige humide, et interagit de manière complexe avec le paravalanche qui, in fine, contient bien la masse de neige lourde. (Faug et al., 2018).

Ces aléas obligent à de nombreuses fermetures de route, comme en témoignent les deux cartes suivantes (figures 20 et 21), du département de Savoie. Elles représentent respectivement le total des routes ayant été fermées toute cause confondue suite à la tempête Eleanor, et les secteurs, isolés suite à des fermetures préventives de routes, à cause du risque d'avalanche suite aux épisodes du 3 et 4 janvier.

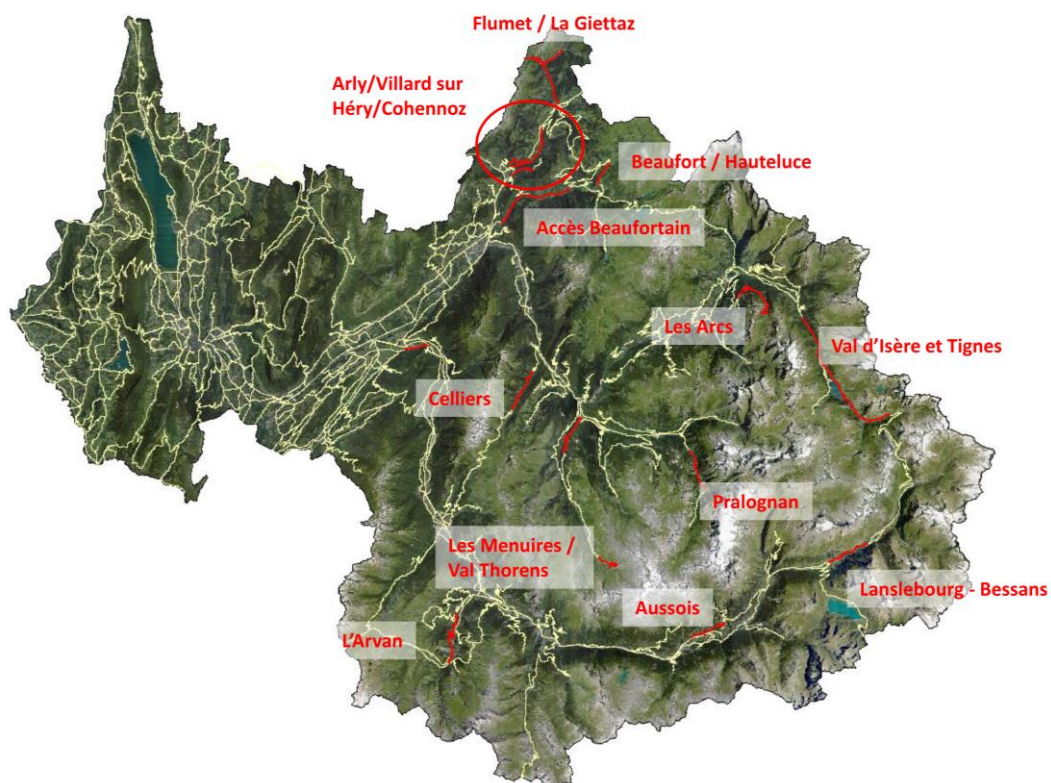


Figure 20 : Total des routes ayant été fermées toute cause confondue suite à la tempête Eleanor
 Source : Département de Savoie

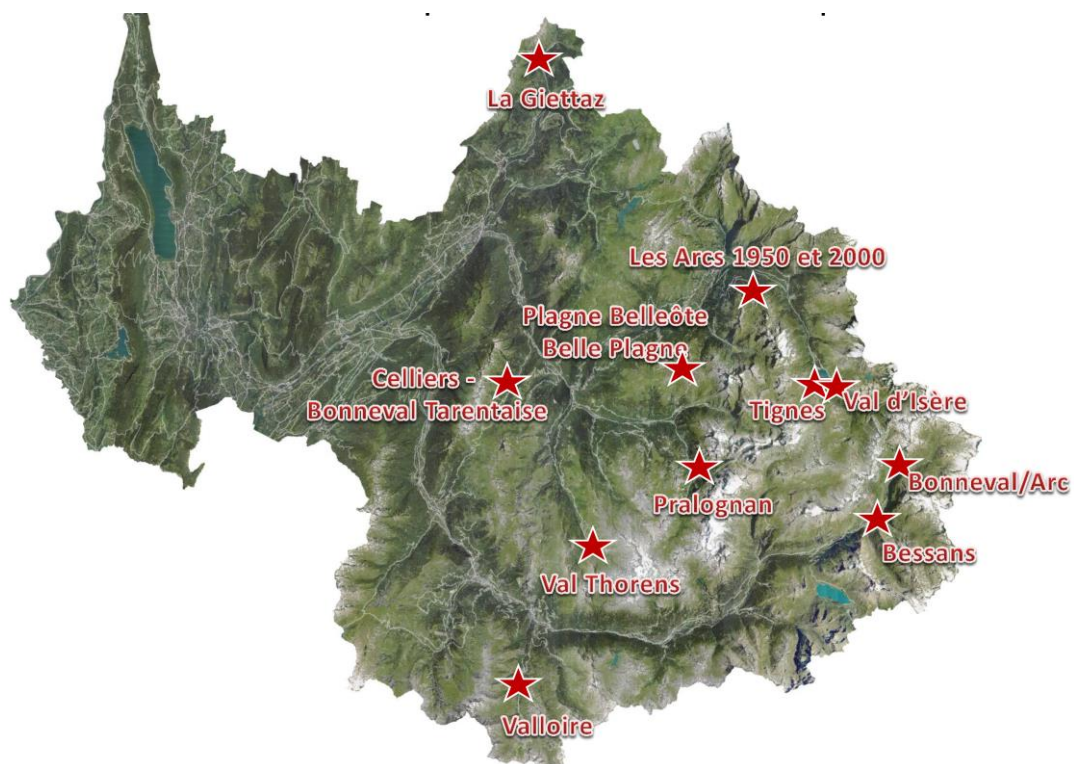


Figure 21 : Episode du 3 et 4 janvier 2019 - secteurs isolés suite à des fermetures préventives de routes à cause du risque d'avalanche.
 Source : Département de Savoie

Caractères remarquables et enseignements des événements de janvier 2018

Au-delà des quelques exemples développés précédemment, ces deux tempêtes se traduisent par un nombre sans précédent d'événements en terme d'aléas. On note ainsi plus de 400 événements, dont 300 hors avalanches. Cependant, Claude Barthelon, du service RTM (Restauration des Terrains de Montagne) des Alpes du Nord fait remarquer que ces événements, mise à part quelques avalanches de grande ampleur, se distinguent surtout par leur nombre, et non par leur intensité ni leur emprise. On note ainsi 45 avalanches, dans les Alpes du Nord, qui dépassent les limites indiquées dans les CLPA (Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche) contre en moyenne, une vingtaine de dépassements par an. (Lescurier 2018 ; IRMa 2018).

Sur la Haute-Savoie, ces aléas se répartissent de la manière suivante (ordre de grandeur) :

- La moitié de mouvements de terrain (51%) surtout des glissements et coulées de boues ;
- Plus d'un tiers de crues torrentielles (37%) avec quelques inondations (ne sont pas comptées les crues torrentielles des grands cours d'eau ni celles d'affluents n'ayant pas entraîné de dégâts)
- Moins de 10% des avalanches (9%), avec une attention particulière pour celle du torrent du Bourgeat aux Houches, où l'ouvrage a été significativement rempli, même si ce n'est pas complètement, et même localement dépassé, avec un effet souffle marqué loin en aval ;
- La question se pose du niveau de risque en cas de nouvel épisode avalancheux sans fonte préalable.
- Quelques rares chutes de blocs (3%)

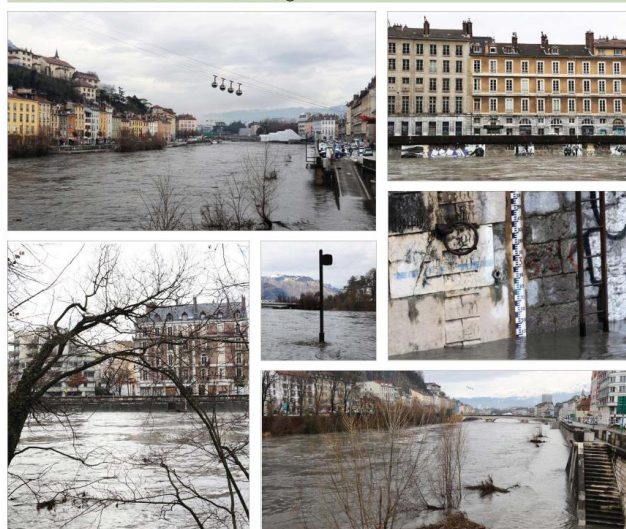
Source : Evans et Laily 2018.

Au niveau des interventions humaines, les événements de janvier se traduisent par près de 600 interventions de pompiers sur les départements de Savoie (environ 200 interventions) et de Haute-Savoie (environ 400 interventions). Les services RTM ont été également très mobilisés, avec, pour la Haute-Savoie, une soixantaine d'événements répartis sur une quarantaine de communes, pour lesquels leur expertise a été sollicitée (Evans et Laily 2018).

Sur la Savoie, le bilan des épisodes de janvier se traduit par 164 interventions du Conseil Départemental pour un coût total de 4 350 000 euros (source : Département de Savoie).

Sur le territoire de la Métropole de Grenoble (figure 22), 15 des 49 communes ont été affectés par cet épisode (Marion, 2018).

L'ACTUALITÉ GRENOBLOISE en images



INTEMPÉRIES Dans la nuit de jeudi à vendredi, à Grenoble, l'Isère a atteint 2,80 mètres

C'est dans la nuit de jeudi à vendredi, entre 3 heures et 4 heures, que le pic a été atteint. L'Isère est montée, montée, montée... jusqu'à 2,80 mètres, au moment où le débit du cours d'eau était lui aussi au plus haut : 810 m³ par seconde. Évidemment – il suffit de regarder les photos pour le comprendre – la voie sur berge a été fermée et hier après-midi encore, du côté de la Métropole, on nous expliquait ne pas savoir quand elle pourrait rouvrir. Hier à 15 heures, l'Isère atteignait encore 2,15 mètres. PHOTO : LA GAZETTE DU GRENOBLAIS





Figure 22 : Exemples d'impacts des événements de janvier sur la Métropole de Grenoble (crue de l'Isère, coulée de boue sur la RD8, chutes de blocs sur le RD57).

Source : Le Dauphiné Libéré

Ces événements ont bien entendu entraînés de nombreuses interventions de la part des différents services de gestion de crise (SDIS, RTM, services communaux ...).

L'étude de la distribution des arrêtés de catastrophe naturelle (base de donnée Gaspar) par mois et par département en région Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur met en avant l'impact de l'épisode de janvier 2018 sur 3 départements en particulier : l'Isère, la Savoie et la Haute-Savoie (figure 23). Ainsi, en seulement un mois, on recense 120 arrêtés de catastrophe naturelle sur ces 3 départements, soit les deux tiers de l'ensemble des arrêtés pour les 7 départements considérés sur l'ensemble de l'année.

2018	Auvergne-Rhône-Alpes				Provence-Alpes-Côte d'Azur			
	Drôme (26)	Isère (38)	Savoie (73)	Haute-Savoie (74)	Alpes de Haute-Provence (04)	Hautes-Alpes (05)	Alpes Maritimes (06)	
Janvier		38	42	40				120
Février								0
Mars					2	1		3
Avril		1				1	2	4
Mai				5	4			9
Juin	6	19	5	3				33
Juillet			1		1		1	3
Août	3		4	1		1		9
Septembre								0
Octobre								0
Novembre								0
Décembre							1	1
								182

Figure 23 : Distribution des arrêtés de catastrophe naturelle par mois et par département en région AuRA et PACA.

Source : Base de données Gaspar – traitement : PARN

Il est cependant important de rappeler que les arrêtés de catastrophe naturelle ne peuvent être émis que lorsqu'une zone bâtie est concernée par un sinistre. Les impacts sur les réseaux routiers ne sont donc pas comptabilisés dans le tableau ci-dessus. Or, l'épisode de janvier a eu un fort impact sur les régimes avalancheux ainsi que sur les coulées de boue et laves torrentielles, et a ainsi été à l'origine de nombreuses coupures de routes, posant la problématique de l'enclavement des vallées alpines d'une part, et de la capacité de réponse des départements en période de crise prolongée d'autre part. En effet, ces événements et leurs conséquences remettent sur le devant de la scène, pour les territoires, la question de la gestion d'événements remarquables dans un contexte de changement climatique. Une demande émane de leur part concernant les impacts de tels phénomènes sur le territoire, sur leur période de retour, sur leur multiplication.

Dans ce cadre, dans la continuité du séminaire de mars 2018 sur l'enclavement des vallées alpines², le PARN a organisé le 16 octobre 2018 un séminaire de partage d'expérience³ sur les enseignements à tirer des événements de janvier, en vue de contribuer à créer les conditions d'une réflexion collective sur ces risques nouveaux, indispensable à leur gestion intégrée. Ce séminaire a permis de partager et de discuter les constats dressés par les services opérationnels sur les aspects remarquables de cette crise (conditions météorologiques, variété des phénomènes, impacts et interventions sur le terrain) et l'état des connaissances scientifiques en matière d'influence du climat présent et futur sur les phénomènes hydrologiques et gravitaires en montagne et leur prévisibilité.

L'année 2018 se démarque également à l'échelle française avec un coût total aux assurances d'un montant presque deux fois supérieur au montant moyen.

"D'après la Caisse centrale de réassurance (CCR), en 2018, les catastrophes naturelles survenues en France ont coûté 1,8 milliard d'euros aux assurances. L'année écoulée se place au quatrième rang des années les plus sinistrées depuis 1946, habituellement, les catastrophes naturelles coûtent environ 1 milliard d'euros par an aux assureurs. "Cela fera trois années d'affilée que la sinistralité est supérieure aux primes encaissées au titre du régime de catastrophe naturelle (CatNat)", ajoute la CCR."

Source : actu-environnement, février 2019.

Un été qui contraste fortement avec le début d'année

Un retour rapide à une situation caniculaire

Comme l'a montré l'étude des températures et de l'indice SWI fourni par Météo France, la situation va, après le début d'année très arrosé, vite évoluer vers une situation caniculaire durable. Cette situation se traduit par un déficit hydrique important, une absence de précipitations (hormis quelques forts orages), et une température moyenne supérieure à la normale de manière continue entre avril et septembre.

Si l'été a été globalement chaud et sec sans entraîner spécialement d'aléas remarquables, quelques épisodes de précipitations brusques et intenses ont donné lieu à plusieurs coulées de boues et laves torrentielles, déclenchées par une rapide saturation en eau des sols précédemment secs. Ainsi, début août, l'épisode de canicule qui couvre toute la France s'accompagne de très forts orages, qui toucheront les 4 et 5 août le massif des Alpes, entraînant de nombreux dégâts.



Figure 24 : Coulée de boue et lave torrentielle à Bessans (73).

Source : Dauphiné libéré

² <http://risknat.org/seminaire-enclavement-des-vallees-alpines-par-les-risques-naturels/>

³ <http://risknat.org/seminaire-transversal-sda-gestion-des-incident-de-janvier-2018-risques-naturels-alpes-changement-climatique/>

On note, par exemple, en Haute-Maurienne, l'entrée en crue de nombreux affluents de l'Arc avec des coulées de boue et des laves torrentielles, endommageant les infrastructures du domaine skiable de Bessans ainsi que le réseau routier (figure 24), provoquant la fermeture temporaire du col de l'Iseran. (Cf [fiche événement](#))



Figure 25 : Coulée de boue et lave torrentielle à Névache (05)

Source : gauche - dici.fr / droite - Dauphiné libéré

Autre exemple, à Névache, dans les Hautes-Alpes, la crue du torrent de la Ruine entraîne la formation de laves torrentielles à l'origine de plusieurs fermetures de routes, mais également de dégâts matériels sur 7 chalets (figure 25, [fiche événement](#)).

Le lendemain, c'est au tour de la commune de la Grave (figure 26) d'être touchée par une lave torrentielle (figure 26). Avec 1 mètre d'épaisseur par endroit, outre le bâti de la commune, elle a également fortement endommagé le chantier d'une centrale hydraulique en construction, faisant céder la digue ([fiche événement](#)).



Figure 26 : Coulée de boue et lave torrentielle à La Grave (05).

Source : Dauphiné libéré

La haute montagne en première ligne

Malgré un début d'année très arrosé et un important couvert neigeux en haute montagne, l'installation, dès avril, de la vague de chaleur va entraîner une fonte très rapide et un état de déficit hydrique important dès la mi-juillet. Ainsi, pour reprendre l'exemple du vallon des Etançons dans les Ecrins évoqué précédemment, si à la mi-mai il présentait un enneigement inégalé depuis une dizaine d'années, il retrouve, à la mi-juillet, l'aspect qu'il avait lors de l'été 2017...

Si les températures élevées jouent un rôle très important sur les conditions en haute montagne, c'est surtout l'absence de baisse de températures qui va être déterminante dans les impacts observés durant l'été 2018, notamment associés à la dégradation du permafrost. En effet, les relevés quotidiens effectués au lever du soleil au refuge du Promontoire (3100 m d'altitude) indiquent une température moyenne de 4,2 °C en 2018,

contre 1,4 °C en 2011 et 1,7 °C en 2014. De plus, on observe seulement 2 relevés négatifs entre le 7 juin et le 31 août.

Si l'attribution des événements au changement climatique reste difficile, les conditions climatiques n'étant pas le seul moteur des phénomènes gravitaires en haute montagne, on peut cependant souligner l'augmentation du nombre d'éboulements de grande ampleur lors des années particulièrement chaudes, comme cela avait déjà été observé en 2003 ou en 2015 (Einhorn et Gérard, 2017 ; Ravel et al., 2017). Ainsi, 4 événements remarquables peuvent être relevés en 2018.

Éboulement à la Meije



Figure 27 : Éboulement de la Meije (05/38).

Source : gauche – PGHM / droite – Alpine Mag

Le 7 Août, dans le massif des Ecrins, des tours rocheuses, qui surplombaient la voie normale de la Meije et jusqu'alors enchâssées dans le glacier carré, s'éboulent (figure 27, [fiche événement](#)). Ce phénomène, bien que n'ayant miraculeusement fait aucune victime, pose la question de la modification des itinéraires d'alpinisme en haute montagne dans un contexte de changement climatique (Bourdeau et al., 2016). En effet, de nombreuses autres chutes de pierre et éboulement menacent, obligeant les guides à explorer d'autres voies d'approche (Mourey et al., 2018).

Écroulement de l'arrête des Cosmiques



Figure 28 : Écroulement de l'arrête des Cosmiques (74).

Source : La Chamoniarde

Le 23 août, c'est au tour de l'arrête des Cosmiques, à Chamonix de s'écrouler (figure 28, [fiche événement](#)). Entre 300 et 400 m³ de roches se détachent, obligeant les alpinistes à modifier leurs itinéraires, et contraignant temporairement l'accès à cette course d'initiation. Bien que ce cas soit lui aussi probablement lié la déstabilisation du permafrost de haute montagne en raison des modifications climatiques, son caractère remarquable diffère de celui des autres événements décrits dans cette partie. En effet, l'effondrement de l'arrête des Cosmiques n'est pas tant remarquable par son ampleur (seulement 400 m³ contre 55 000 m³ pour l'éperon de Tacconnaz, voir ci-dessous) que par l'importance qui a été accordée au phénomène à travers la médiatisation dont il a fait l'objet. En effet, l'effondrement d'une partie d'une course emblématique de Chamonix, capitale mondiale de l'alpinisme, a eu un effet retentissant sur les pratiquants, mais aussi sur les non pratiquants, mettant au premier plan les évolutions souffertes par la haute montagne.

Effondrement au Trident du Tacul



Figure 29 : Eroulement du Trident du Tacul (74).

Source : Ludovic Ravanel

Le 7 septembre, c'est au tour d'un autre sommet de haute montagne, le Trident du Tacul (3639 m), d'être touché (figure 29, [fiche événement](#)). Peu documenté, cet événement de grande ampleur apparaît aux antipodes de l'effondrement de l'arrête des Cosmiques en terme de médiatisation, n'étant seulement connu que des alpinistes et des professionnels de la montagne.

Eroulement de l'Eperon de Taconnaz



Figure 30 : Front du dépôt de l'éroulement de l'éperon de Taconnaz / Eroulement de Taconnaz (74).

Source : Ludovic Ravanel

Enfin, le 24 novembre 2018, c'est l'éperon « 2859 » de Taconnaz qui s'éroule (figure 30, [fiche événement](#)) et voit 55 000 m³ de matériaux s'arrêter 1,95 km en aval, avec une épaisseur moyenne comprise entre 5 et 10 m. Le secteur affecté, dont la pente moyenne avant éroulement était comprise entre 50 et 55°, est orienté NNO. L'écoulement a affecté l'ensemble du secteur entre 2610 et 2760 m d'altitude, soit sur une dénivellation de 150 m entre le rebord amont de la paroi (~35°) et le glacier de Taconnaz à l'aval (Ravanel, 2018).

Ces événements illustrent bien l'accélération et la déstabilisation des terrains en haute montagne. La tendance observée devrait se poursuivre au cours des prochaines années, au regard des différents scénarios climatiques envisagés.

Événements isolés

En parallèle des événements directement liés aux tendances climatiques de l'année 2018, on peut également observer des événements qui présentent une origine multiple.

Chutes de blocs à Pont-en-Royans (Vercors) le 22 avril 2018



Figure 31 : Chutes de blocs à Pont-en-Royans (38).

Source : Dauphiné Libéré

La commune a subi plusieurs chutes de blocs importantes (rochers de plus de 100 kg) à son entrée (cf. [fiche événement](#)), entraînant d'une part des dégâts matériels sur les habitations, et d'autre part la fermeture de deux routes départementales, les RD 513 et 518. Ces éboulements surviennent dans le cadre des importants écarts thermiques que connaît la région les jours précédents, mais s'inscrivent également dans la continuité des événements de l'été 2003, où la canicule avait été à l'origine d'importants incendies difficilement maîtrisables (figure 32), qui avaient entraîné la déstabilisation des falaises surplombant le village.



Figure 32 : Incendie de Pont-en-Royans (2003).

Source : IRMa, S. Gominet

Événements isolés présentés dans les précédents rapports

Certains des événements isolés présentés dans les précédents rapports connaissent régulièrement des réactivations, indépendantes du contexte climatique présenté en début de rapport.

Glissement du Pas de l'Ours

C'est le cas du glissement du Pas de l'Ours, sur la commune d'Aiguilles, en rive droite du Guil (département des Hautes-Alpes). Glissement ancien, il subit, depuis 2014, une réactivation importante, bien que n'étant pas régulière (Gérard et al. 2019).

Il est intéressant de noter qu'entre juin 2017 et mai 2018, le glissement ne connaît qu'une très faible activité, bien que les mesures de déplacement cumulé ne soient pas négligeable. Cette évolution confirme le caractère isolé de l'événement par rapport aux événements de janvier 2018.

Des épisodes de réactivation régulière du glissement se poursuivent néanmoins comme en avril 2018, avec [la réactivation du compartiment Ouest se déclenche et se traduit par des déplacements sur l'ensemble des cibles qui atteignent des valeurs proches du cm par jour, phénomène confirmé par les dernières données du radar interférométrique avec semble-t-il une surélévation des terrains au niveau du CD 947 \(RTM05 2018\).](#)



Figure 33 : Le 8 avril 2018, destruction du mur de soutènement (à gauche) & destruction de la conduite de la centrale hydro-électrique (à droite)

Source : RTM 05

Glissement du Bersend

C'est également le cas du glissement du Bersend, en Savoie qui avait déjà présenté lors du rapport sur les événements remarquables de l'année 2016 (Gérard & Einhorn 2018). En raison du fort volume de matériaux mobilisable (environ 4 millions de m³, dont 300 000 m³ très actifs), le secteur est particulièrement susceptible de générer des laves torrentielles, comme ce fut notamment le cas en mai, entraînant la fermeture de la RD 925. Plusieurs solutions fondées sur la mise en place d'ouvrages de protection sont étudiées, mais ne paraissent pas pérennes étant donné l'évolution du glissement.

Conclusion

La situation de l'année 2018 est donc remarquable au moins à deux égards. Tout d'abord, au niveau des paramètres climatiques records (températures, précipitations), qui, par leurs variations, scindent l'année en deux : une première partie très arrosée, notamment en raison du passage des tempêtes Carmen et Eleanor, s'accompagnant de températures inhabituellement élevées début janvier, et une seconde partie marquée par une canicule durable qui s'étend d'avril à septembre. Remarquable ensuite, à cause de l'impact de ces conditions météorologiques exceptionnelles en matière d'aléas naturels. En effet, c'est un cluster d'événements d'une ampleur sans précédent qui impacte le massif alpin début janvier, à l'origine de très nombreux sinistres. Mais, au-delà des sinistres, c'est surtout la remise en question de la capacité de réponse des territoires qui est questionnée par ces événements. En effet, les services opérationnels pourraient être amenés à se réorganiser face à la possibilité d'une augmentation du nombre de phénomènes à l'origine d'impacts aussi forts au cours des prochaines années.

Au travers des rapports sur les événements remarquables publiés depuis l'année 2015, un schéma commence à se dessiner. S'il faut le prendre avec énormément de précautions, étant donné le manque de recul scientifique nécessaire pour étayer ce schéma, il offre malgré tout une certaine vue d'ensemble des modifications observées ces dernières années dans le massif alpin. Ainsi, on note une période hivernale particulièrement chaude et arrosée, accompagnée de variations rapides de températures, propices à une fonte rapide du manteau neigeux, aux phénomènes de pluie sur neige et à la saturation des sols. Ces conditions favorisent l'instabilité des sols et l'apparition de nombreux aléas hydro-gravitaires. A ces périodes hivernales, succèdent des périodes printanières et estivales marquées par de fortes chaleurs, à l'origine d'un fort déficit hydrique qui atteint son paroxysme en automne, renforcé par le manque de précipitations sur la durée. Ces conditions chaudes et sèches pendant la saison estivale et perdurant à l'automne favorisent particulièrement le déclenchement de nombreux écroulements et chutes de blocs en haute montagne, liés à la dégradation de la cryosphère, et de phénomènes torrentiels violents liés aux épisodes de forte pluie s'abattant sur des sols très secs.

Il sera intéressant d'examiner si, au cours des prochaines années, ce schéma se vérifie de nouveau, ou s'il a tendance à évoluer.

Références

- Agence Alpine des Territoires, Observatoire du changement climatique, C. Chaix, Bilans climatiques n°56 à 58.
- Arrêtés de Catastrophe naturelle. Base de donnée Gaspar du Ministère en charge de l'environnement. <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/telechargement/gaspar>
- Airenti B. (2018). La Savoie en vigilance, retour d'expérience. IRMa. *Risques infos* n°37. Pp. 24-25
- Bourdeau P., Mourey J., Ravanel L. (2016). Le changement climatique comme facteur de transformation des pratiques de l'alpinisme. Etude de cas dans le massif du Mont Blanc et des Ecrins (France) sur la période 2000 – 2015. *Gravir les Alpes du XIXe siècle à nos jours. Pratiques, émotions, imaginaires*. Institut des sciences du sport de l'Université de Lausanne, Société d'histoire de la Suisse romande, 2016, Salvan les Marécottes, Suisse.
- Coléou C. (2018). Retour d'expérience sur les événements de janvier 2018 dans les Alpes du Nord Conditions météo et nivologie, prévisibilité. Séminaire transversal SDA « La gestion des nombreux incidents de janvier 2018 : cas isolé ou scénario de dimensionnement pour les années futures ? » | [Lien](#)
- Copernicus, Europe's eye on earth (2019). European State of the Climate 2018. <https://climate.copernicus.eu/about-european-state-climate-2018>
- Einhorn B., Gérard S. (2017). *Changement climatique et risques naturels dans les Alpes : Événements remarquables 2015*. Rapport technique PARN, 23 pp. + Annexes. | [PDF](#)
- Einhorn B., Tamburini A., Morin M., Eckert N., Richard D., Bodin X., Schoeneich P., Obled C. (2016). Le changement climatique en Rhône-Alpes. Impact sur les risques naturels. [Chapitre 2] In: ORECC (2016). Profil Climat Territorial Montagne. Alpes du Nord, pp. 9-13. | [PDF](#)
- Evans A. et Laily B. (2018). Episode de crise phénomènes naturels montagne du 30/12/17 au 05/01/18 et du 20 au 22 janvier 2018 Point sur les sollicitations du service RTM en crise et post crise. Rapport ONF RTM, 5pp.
- Faug T., Naaim-Bouvet F., Bonnefoy M., Thibert E., Eckert N. (2018). L'avalanche du Bourgeat survenue le 9 janvier 2018. IRMa. *Risques infos* n°37. Pp. 20-23
- Gerard S. et Einhorn B. (2018). *Changement climatique et risques naturels dans les Alpes : Événements remarquables 2016*. Rapport technique PARN, 18 pp. + Annexes. | [PDF](#)
- Gerard S., Jimenez R. et Einhorn B. (2019). *Changement climatique et risques naturels dans les Alpes : Événements remarquables 2017*. Rapport technique PARN, 21 pp. + Annexes. | [PDF](#)
- Gobiet A., Kotlarsky S., Beniston M., Heinrich G., Rajczak J., Stoffel M. (2014). 21st century climate change in the European Alps—A review. *Science of the Total Environment* 493, 1138–1151.
- IRMa (2018). *Risques infos* n°37. Interview de Claude Barthelon pp. 10-11
- Lescurier A. (2018). REX événements nivo-météo du 29 décembre au 8 janvier 2018. Séminaire transversal SDA « La gestion des nombreux incidents de janvier 2018 : cas isolé ou scénario de dimensionnement pour les années futures ? » | [Lien](#)
- Lescurier A., Bourgeois G., Duclos A. (2018). La gestion des routes départementales de la Savoie vis-à-vis du risque d'avalanche lors de la saison. IRMa. *Risques infos* n°37. Pp. 13-17
- ONERC (2008). *Changement climatique dans les Alpes : impacts et risques naturels*. Rapport technique n°1, PGRN / ONERC / région Rhône-Alpes.
- Marion B. (2018). Retour sur les événements climatiques du 4 - 5 et 6 janvier 2018. Note pour information – Grenoble Alpes Métropole.
- Mourey J., Marcuzzi M., Ravanel L. (2018). The effects of climate change on high mountain environments: evolution of mountaineering routes in the Mont Blanc massif over half a century. 22nd Alpine Glaciology/Glaciologist Meeting, Mar 2018, Chamonix, France.

- PARN (2018a). Préviation Locale du Risque d'Avalanche sur les réseaux routiers Alpes et Pyrénées. Feuille de route partagée Issue du séminaire de discussion multi-acteurs Problématiques soulevées et pistes d'amélioration | [PDF](#)
- PARN (2018b). Séminaire transversal Science-Décision-Action (SDA). L'enclavement des vallées alpines par les risques naturels. | [PDF](#)
- Ravanel L. (2018). Eroulement rocheux du 24 novembre 2018 de l'éperon « 2859 » de Tacconnaz. Synthèse des observations préliminaires des 24 et 26 nov. 2018. Rapport Edytem 11pp.
- Ravanel L., Magnin F., Deline P. (2017). Impacts of the 2003 and 2015 summer heatwaves on permafrost-affected rock-walls in the Mont Blanc massif. *Science of the Total Environment* 609, 132-143. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.055>
- RTM 05, Rapport d'activité (2018). Bilan de l'activité du glissement du Pas de l'Ours sur la commune d'Aiguilles.
- Stoffel M., Corona C. (2018). Future winters glimpsed in the Alps. In *Nature Geoscience* 11(7)
- Szczupal N., Cochard C. (2018). Les Mouvements de Terrain en Montagne : revue historique et évolution des moyens de protection, 12pp.
- Toreti A., Belward A., Perez-Dominguez I., Naumann G., Luterbacher J., Cornie O. et al. (2019). The exceptional 2018 European Water Seesaw Calls for Action and Adaptation. *Earth's futur.* 7. <https://doi.org/10.1029/2019EF001170>

Remerciements

Dans le cadre de ce travail exploratoire, nous tenons à remercier pour leur apport, leur conseil, leur soutien et leur collaboration : Gaëlle BOURGEOIS (CD Savoie), Claude BARTHELON (RTM Alpes du Nord), David Binet (RTM 73), Christophe CHAIX (AGATE), Pierre ETCHEVERS (Météo France), Sébastien GOMINET (IRMa Grenoble), Bruno LAÏLY (RTM 74), Valentin LE BIDAN (CD Isère), Pierre-Yves LECORDIX (CD Isère), Anne LESCURIER (CD Savoie), Bertrand MARION (Grenoble Alpes Métropole), Carine PEISSER (PARN), Ludovic RAVANEL (EDYTEM), Vincent SEGEL (RTM Hautes-Alpes), Ariane STEPHAN (DDT Haute-Savoie), Serge TABOULOT (Météo France), Christian TRACOL (DDT73).

Annexe

Liens vers les fiches événements

Evénements retenus :

- 2018-01-08 Avalanche à Bonneval-sur-Arc
- 2018-01-09 Avalanche aux Houches
- 2018-01 Tempêtes Carmen et Eleanor
- 2018-01-09 Mouvement de terrain à la Motte-Chalençon
- 2018-02-07 Chute de blocs au col de l'Arche
- 2018-04-09 Chute de blocs à Vinzier
- 2018-04-22 Chute de blocs Pont-en-Royans
- 2018-08-05 Crue de l'Arc à Bessans
- 2018-08-06 Coulée de boue à Névache et à la Grave
- 2018-08-06 Coulée de boue dans le Val Ferret
- -2018-08-07 Coulée de boue à Chamossion
- 2018-08-07 Eroulement à la Meije
- 2018-08-22 Eroulement de l'arrête des Cosmiques
- 2018-09-07 Eroulement au Trident du Tacul
- 2018-11-24 Eroulement à l'Eperon de Taconnaz