



Changement climatique et risques naturels dans
les Alpes

Événements remarquables 2020

Simon Gérard

Juillet 2022

Avec le soutien de :

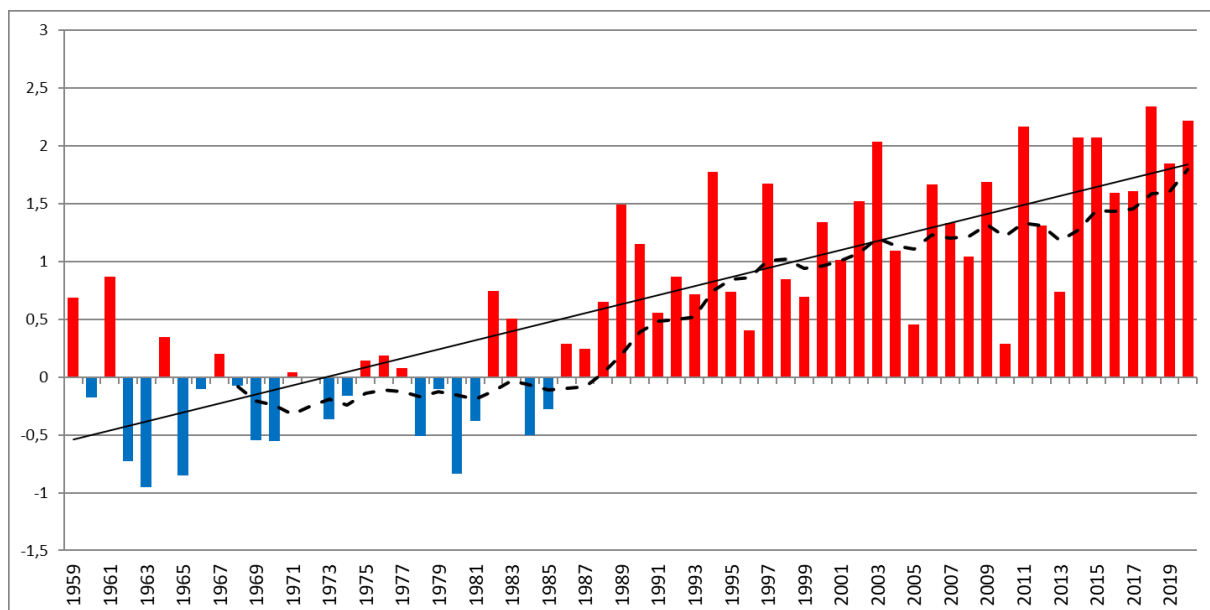


Le 28 février 2022 sortait la 2nd partie du 6^{ème} rapport du GIEC intitulé « **Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability** ». A l'intérieur un chapitre transversal dédié à la montagne (*cross chapter 5*) met en avant les impacts du changement climatique, les pistes adaptations, les limites et incertitudes par secteur spécifiques aux Alpes. Il indique, entre autres, et avec une confiance élevée, que les futurs changements d'aléas (inondations, mouvements de terrains et changements du cycle de l'eau) représentent des risques sévères pour les personnes, les infrastructures et l'économie dans de nombreuses régions montagneuses

Le changement climatique se caractérise par une évolution de la variabilité et de la non uniformité des mesures météorologiques et climatologiques (précipitations, températures, tempêtes de vent,...) particulièrement marqués dans les alpes qui contribuent donc à la transformation de l'environnement alpin. Il est reconnu que le changement climatique sera un inducteur important de divers risques. Les modifications des régimes climatiques - incluant les phénomènes météorologiques extrêmes - seront l'un des principaux effets du changement climatique. On s'attend en particulier à une possible augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes (vagues de chaleur, sécheresses et épisodes de précipitations intenses).

Contextualisation

Après 2018, l'année 2020 se distingue, grâce à un premier semestre record, en 2nd position en terme d'anomalies climatiques, avec un écart de +2,2°C par rapport à la moyenne 1961-1990. Si cette année ne dépasse pas de record mensuels, elle se distingue néanmoins par une succession de mois chauds (10 des 12 mois situés parmi les 20 premières places des mois les plus chauds jamais enregistrés). Juin et Octobre font office d'exception à cette tendance, étant, quant à eux, en dessous des normales.



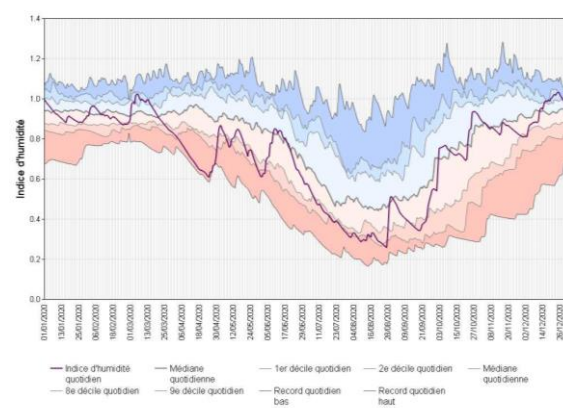
D'un point de vue saisonnier, dans les Alpes du Nord, l'hiver 2019/2020 et le printemps se distinguent avec les écarts à la moyenne les plus importants (respectivement +3,3° et +3,2° par rapport à la moyenne 1961/1990). L'hiver et le printemps se placent ainsi tous en 2nd position des hivers et printemps les plus chauds jamais enregistrés. L'été, en revanche, est seulement le dixième plus chaud depuis 1959 avec une anomalie positive relative à la période 1961-1990 de +1,8°C. Et l'automne 2020, quant à lui, se place en treizième position des automnes les plus chauds et dépasse la moyenne 1961-1990 de +1,15°C.

L'analyse des précipitations moyennes montre un cumul annuel proche des moyennes (cumuls par rapport à la normale 1961/90 de -1,3% et cumuls par rapport à la normale 1991/2020 +0,5%), et ce malgré des contrastes très marqués, avec des mois très pluvieux (février, mars, mai, juin, août, octobre) et des mois très secs (avril et novembre, en seconde place des plus secs enregistrés, ainsi que janvier et juillet).

Au niveau météorologique, aucune grande tendance ne ressort sur l'année 2020. On peut néanmoins noter un hiver globalement très arrosé (le 3^e le plus arrosé depuis 1995) bien qu'en moyenne, il y ait légèrement moins de précipitations sur l'année par rapport à la moyenne 1959.

L'étude de l'indice d'humidité des sols (SWI, Soil Wet Index) mettent en exergue, sur les départements alpins, des périodes de sécheresse marquée en avril et août. A noter, qu'à l'échelle nationale, que les Alpes n'ont pas été la zone géographique la plus impactée par la sécheresse d'Avril, plus localisée sur le nord-est du pays).

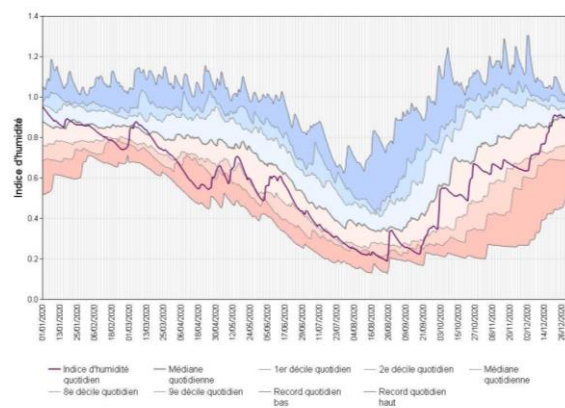
Indice d'humidité des sols agrégé
Isère
1er janvier 2020 au 31 décembre 2020



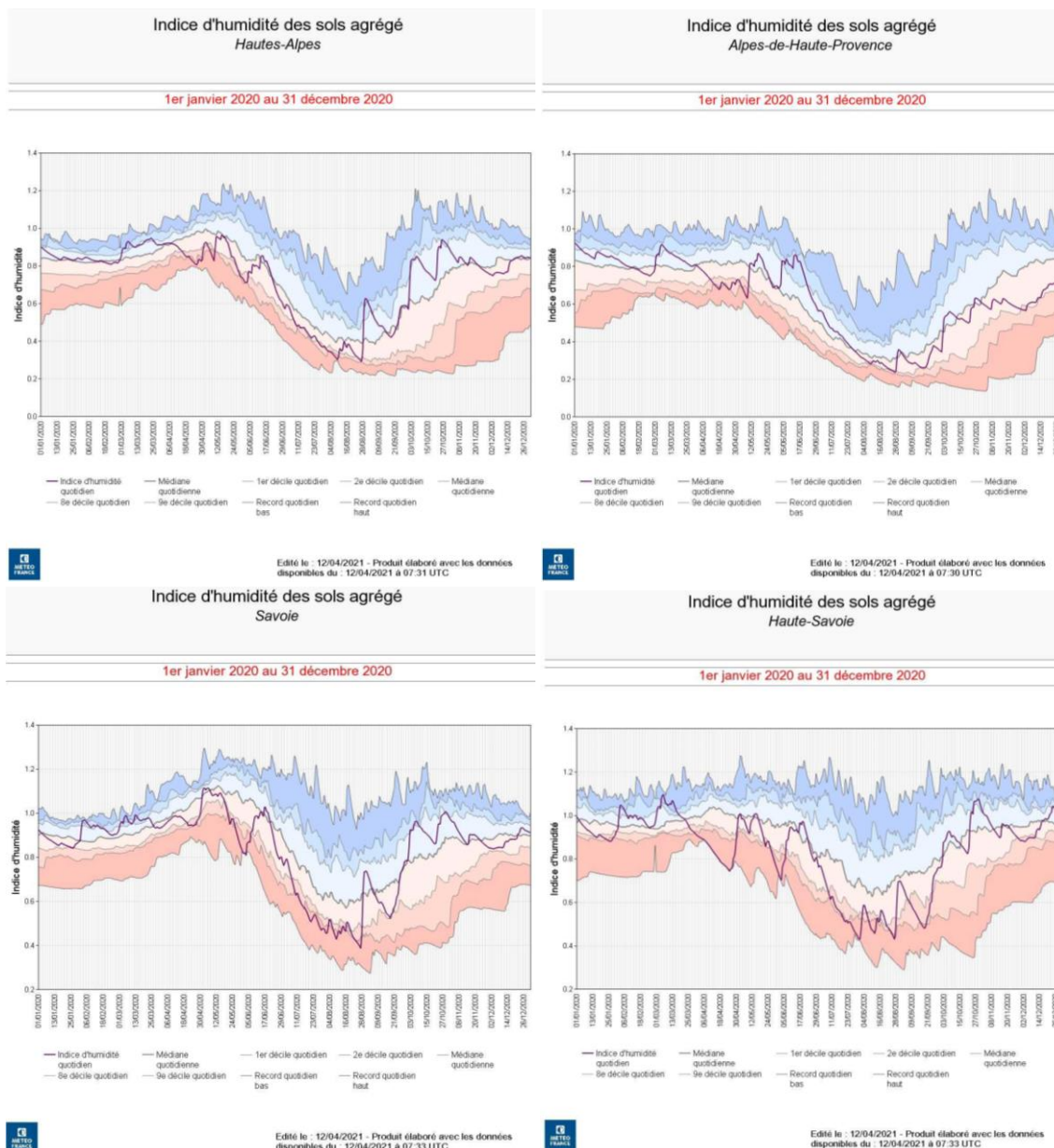
Édité le : 12/04/2021 - Produit élaboré avec les données disponibles du : 12/04/2021 à 07:32 UTC



Indice d'humidité des sols agrégé
Drôme
1er janvier 2020 au 31 décembre 2020



Édité le : 12/04/2021 - Produit élaboré avec les données disponibles du : 12/04/2021 à 07:32 UTC



Soil Water Index pour les régions Isère, Drôme, Hautes-Alpes, Alpes de Haute-Provence, Savoie et Haute-Savoie. Source :
Source : Météo-France

Malgré un été moins chaud que les années précédentes, et des températures relativement proches des moyennes enregistrées (+1,8°C par rapport à la moyenne 1961/90 et seulement +0,1°C par rapport à la moyenne 1991/2020), les deux épisodes de canicules qui ont touché la France du 30 juillet au 1^{er} août, puis du 6 au 13 août ressortent.

Par ailleurs, il est important de noter que les sécheresses du mois d'avril on était suivies, dans les départements d'Isère, Savoie et Haute Savoie, par de fortes précipitations (vigilance orange pluie-inondation). Cette situation a entraîné une saturation rapide des sols, favorisant les phénomènes de ruissellement et d'érosion importante, et par conséquent l'apparition de nombreux aléas.

Pour le mois d'août, cela semble corrélér plus au moins avec les deux épisodes de canicule qui ont concerné la France du 30 juillet au 1^{er} août, puis du 6 au 13 août. Les Alpes auraient néanmoins étaient moins impactées par cette canicule avec des moyennes proches des températures saisonnières.

Par ailleurs, il est important de noter que les sécheresses du mois d'avril ont été suivies, dans les départements d'Isère, Savoie et Hautes Savoie, par de fortes précipitations (vigilance orange pluie-inondation). Cette situation a entraîné une saturation rapide des sols, favorisant les phénomènes de ruissellement et d'érosion importante, et par conséquent l'apparition de nombreux aléas.

Il est important de noter que, bien que les Alpes n'aient pas été, en 2020, la zone la plus touchée par les sécheresses, la région Auvergne Rhône-Alpes est comptée parmi les régions qui subissent une sécheresse estivale depuis trois années consécutives.

Impacts sur les aléas

Il est à noter, comme l'a une nouvelle fois souligné le rapport du GIEC, que l'impact du changement climatique affecte à la fois la fréquence et l'intensité des événements extrêmes, mais que les effets les plus graves sont provoqués par leur persistance. Ainsi, même s'il est intéressant d'étudier les relations entre aléas et variations météorologiques à l'échelle d'une année, c'est avant tout l'enchaînement et la persistance des anomalies climatiques sur plusieurs années qui entraîne les conséquences les plus importantes (Peter P. Eiderer, du centre de recherche Climate Analytics, pour Science et Avenir).

Dans cette partie nous ne considérerons pas tous les aléas naturels mais seulement ceux impactés par le contexte climatique décrit précédemment et liés au contexte Alpes-Climat-Risques du travail mené par le PARN.

En terme d'aléas, 2 types d'événements se distinguent au cours de l'année 2020. Les premiers sont la conséquence d'un hiver très doux, d'un printemps sec et chaud, et d'une année en moyenne très chaude. Les événements de cette première catégorie se caractérisent en moyenne montagne par une activité avalancheuse de fond précoce et d'ampleur, et par des mouvements de terrains pouvant être conséquents. En haute montagne, ils se caractérisent par une augmentation importante des écroulements et des enjeux liés aux milieux glaciaires et à la dégradation du permafrost.

Le second type d'événement est conséquence des tempêtes méditerranéennes de fin novembre / début octobre, et en particulier de la tempête Alex, qui a balayé les Alpes les 2 et 3 octobre, à l'origine de précipitations exceptionnelles et de nombreuses crues torrentielles.

Au niveau de l'étude de la distribution des arrêtés de catastrophes naturelles, l'épisode de fortes précipitations consécutives à la sécheresse d'Avril, ainsi que la tempête Alex en octobre ressortent particulièrement.

Il est intéressant de noter que, par rapport à l'année 2019, le nombre total d'arrêtés de catastrophes naturelles est inférieure de plus de moitié (on notait 285 arrêtés de CatNat en 2019). Cette comparaison souligne les tendances observées à travers les contextes climatiques et météorologiques qui mettaient en avant une année avec des valeurs hautes par rapport à la moyenne, mais pas exceptionnelles.

Il est cependant important de rappeler que les arrêtés de catastrophes naturelles ne peuvent être émis que lorsqu'une zone bâtie est concernée par un sinistre. Les impacts sur les zones non bâties ou sur les réseaux routiers ne sont pas comptabilisés dans le tableau ci-dessous.

De même, nous avons choisi d'exclure deux types d'aléas, à l'origine d'arrêtés de CatNat « séismes » et « chocs mécaniques liés à l'action des vagues » ; ces derniers n'étant pas directement liés aux problématiques Alpes-Climat-Risques.

2018	Auvergne-Rhône-Alpes				Provence-Alpes-Côte d'Azur			
	Drôme (26)	Isère (38)	Savoie (73)	Haute- Savoie (74)	Alpes de Haute- Provence (04)	Hauts- Alpes (05)	Alpes Maritimes (06)	
Janvier	1							1
Février								0
Mars								0
Avril	19	10		1	1			31
Mai								0
Juin						2	1	3
Juillet	3	6						9
Août						1		1
Septembre							1	1
Octobre		2					86	88
Novembre								0
Décembre								0
total								134

Distribution des relevés événements (crues / glissements / laves torrentielles / coulées de boue / chutes de bloc) RTM par période et par département en région AuRA et PACA.

Source : Base de données RTM – traitement : PARN

La haute montagne sous pression

Cependant, étant donné que les arrêtés de CatNat ne peuvent être émis qu'en cas d'impacts sur les zones bâties, ils ne peuvent être révélateur de l'évolution des zones de haute montagne. Pourtant, si l'année 2020 se démarque par les deux épisodes cités précédemment, elle se démarque également par les conséquences que les températures moyennes élevées et continues, ont eu en haute montagne !

On note ainsi un nombre importants d'écroulements supérieurs à 100m³ de volume, avec plus de 125 recensés sur le massif du Mont-Blanc. 3 d'entre eux sont particulièrement notables. Les 2 premiers par leur volume, le dernier par sa localisation. Ces phénomènes sont fortement liés à la dégradation du permafrost de paroi, très présent au-dessus de 3000m d'altitude dans les Alpes.

Le premier, celui du Rocher du Mont-Blanc, qui s'est produit le 27 mai 2020, est le plus important en terme de volume avec 80 000 m³ écroulés.



Ecroulement du Rocher du Mont-Blanc

Source : Ludovic Ravanel

Le second en terme de volume est celui de l'Aiguille des Pèlerins qui culmine à 3318m d'altitude et qui s'est produit le 10 septembre 2020.



Ecroulement de l'Aiguille des Pèlerins

Source : Ludovic Ravanel

Le troisième, qui s'est produit courant août 2020, s'il ne se distingue pas en terme de volume (qui n'a pas été estimé), se distingue par sa localisation, en face nord de l'Aiguille du Goûter ou, auparavant, aucun phénomène ou presque n'avait été observé.

A la fréquence et au volume des écroulements, s'ajoutent donc des secteurs qui n'étaient jusqu'alors que peu ou pas impactés. Il est également intéressant de noter la grande amplitude de distribution des événements sur l'année, qui corrobore l'analyse du contexte climatique de 2020.

Un autre écroulement remarquable de par son ampleur, dans le massif de la Maurienne doit être pris en compte dans ce rapport : l'écroulement en face NW de la Pointe d'Etache à Bramans, qui culmine à 3126m d'altitude, le 18 juin 2020. Cet écroulement se distingue par son volume très important, estimé entre 150 000 et 200 000m³ par les services du RTM. Ces mêmes services, ont, dans leur rapport, lié l'origine du phénomène, outre contexte géologique, à la fois aux cycles de gels/degels, mais aussi au contexte de dégradation du permafrost qui s'accroît d'année en année.



Écroulement en face NW de la Pointe d'Etache

Source : RTM / PGHM

Au-delà des problématiques liées à la dégradation du permafrost, on note, courant 2020, une augmentation des phénomènes glaciaires et périglaciaires.

Ainsi, plusieurs débâcles de lacs glaciaires ont été observés en Italie et en France par les agents de terrains des parcs (dont l'importance des relevés de terrain est une nouvelle fois soulignée dans un contexte de changements climatiques à l'origine de modifications des aléas) comme pour le lac glaciaire de Rhêmes-Golette, qui s'est vidangé le 22 août 2020 et dont la crue a été absorbée par le barrage de la Sassièr.



Lac glaciaire de Rhêmes-Golette

Source : PN de la Vanoise

Les glaciers ont également été l'objet de préoccupations durant l'année.

En juillet 2020, un arrêté de vigilance est émis concernant la face Nord du glacier de la Grande Casse, point culminant de la Vanoise (3855m) où une partie du glacier estimée à 500 000 de m³ menace de s'effondrer.

Côté Italien, plusieurs glaciers sont également sous surveillance. Début août, des habitants et touristes de la commune de Courmayeur (Val d'Aoste) ont dû être évacués, en raison de la menace provoquée par l'effondrement d'une partie du glacier de Planpincieux, estimée à un demi-million de m³. En octobre, c'est la voie normale des Grande Jorasses qui est interdite, 24h seulement avant l'effondrement du Serac Whympfer, pour un volume de 15 000m³.

Si l'effondrement des glaciers d'altitude et la transformation de leur état thermique, passant de froid à tempéré ne menace généralement aucun enjeu, des exemples comme Planpincieux en Italie ou Taconnaz en France, continuent de questionner les scientifiques et les gestionnaires territoriaux sur les démarches à adopter.

Un printemps de contrastes

Le printemps 2020 arrive après un hiver doux et pluvieux. Il se caractérise par un mois d'avril très sec (2nd mois d'avril le plus sec jamais enregistré) et chaud, suivi d'un mois de mai très arrosé (seul mois dont les précipitations sont en augmentation par rapport à la tendance 1959-2001). Cette situation est à l'origine d'une saturation rapide des sols propice aux déclenchements de nombreux aléas.

L'épisode orageux de début qui s'est produit du 30 avril au 2 mai (l'Isère, la Savoie et la Haute-Savoie ont été placés en vigilance orange) marque une rupture nette entre les deux situations évoquées précédemment. Il apporte, en haute montagne, des précipitations sous forme de neige humide, à l'origine d'avalanches de fond remarquables de par leur volume et leur précocité dans la saison. C'est le cas au Glandon, le 11 mai 2020 où une avalanche estimée entre 5 et 10 000m³ et qualifiée « d'inhabituelle et de remarquable pour l'époque » par les nivologues, coupe la D927. Au cours des 10 jours qui ont suivi l'épisode orageux du 1^{er} mai, 10 autres avalanches du même type ont été observées en Savoie.



Source : Hervé Girard

Outre l'impact sur les régimes avalancheux, l'épisode de début mai a également eu un impact sur l'activation ou la réactivation de glissements de terrain, parfois d'ampleur, comme ce fut le cas dans la vallée des Encombres où un glissement de 35 à 40 000m³ a été observé. Les matériaux transportés par ce glissement viennent s'ajouter, en fond de vallée, au matériel charrié par les différents affluents du torrent des encombres, pour atteindre un volume estimé entre 100 et 200 000m³. Cette configuration illustre parfaitement la notion de bassin de risque et la possibilité de développement d'événements en cascade dans les zones de montagnes.



Glissement de terrain de la Vallée des Encombres

Source : RTM

Tempête Alex

L'événement le plus marquant de cette année 2020, à l'échelle de l'arc alpin, fut sans nul doute l'impact de la tempête Alex sur le département des Alpes-Maritimes. Il est la résultante d'une tempête venue de Bretagne à l'origine d'un épisode méditerranéen exceptionnel et très précoce pour la saison.



Crue dans la vallée de la Roya suite à la tempête Alex

Source : Cerema

Météo France analysait l'événement de cette façon :

« Des cumuls de pluie exceptionnels ont été enregistrés dans l'intérieur des Alpes-Maritimes et l'extrême nord-est du Var. Les pluies diluviennes, atteignant localement 500 litres par mètre carré, ont engendré des crues dévastatrices du Var et des cours d'eau tributaires.

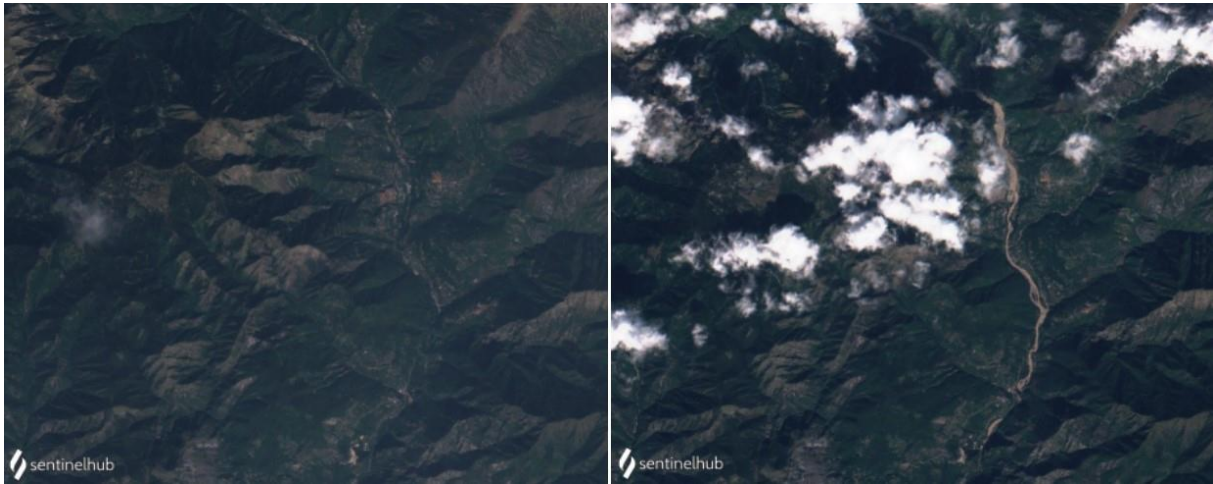
On a ainsi mesuré **500 mm de pluies à Saint-Martin-Vésubie** en 24 heures, soit un nouveau record tous mois confondus en 24, 48 ou 72 heures à l'échelle départementale.

- **380 mm** à Andon, l'équivalent 2 mois et demi de pluies d'octobre ;
- **343 mm** à Tende,
- **336 mm** à Coursegoules, soit 2 mois de pluie ;
- **319 mm** au Mas, soit 2 mois ;
- **271 mm** à Breil-sur-Roya, soit 2 mois ;
- **199 mm** à Sospel, soit 1 mois et demi de pluie ;
- **178 mm** à Caussols, soit 1 mois de pluie.

Les quantités précipitées correspondent à des épisodes qui ne se produisent en moyenne qu'une fois par siècle, voire moins. »

Si le phénomène météo a été exceptionnel, la réponse hydromorphologique du réseau hydrographique l'est au moins tout autant. Lors de l'événement, la bande active de plusieurs cours d'eau a été multiplié par 10 ou 20, passant d'une dizaine de mètres à plus de 200m dans certains cas, occupant tout le lit majeur de la Vésubie et de la Roya (cf. photos satellites ci-dessous).

« Les lits de la Roya et la Vésubie ont pu atteindre ces largeurs en s'exhaussant. C'est-à-dire que les rivières ont transporté et déposé des sédiments qui ont totalement remblayé ce qu'étaient leur lit auparavant. Les lits majeurs se sont ensuite confondus avec les lits mineurs. C'est ce processus-là qui est à l'origine de l'ampleur des dégâts. » (Source : Johan Berthet)



Source : Sentinelhub

La mobilisation sédimentaire exceptionnelle, à l'origine de l'exhaussement du lit des cours d'eau résulte de la reconnection, par les très fortes précipitations, de tous les bassins sédimentaires, dont une partie étaient jusqu'alors déconnectés. L'altitude des bassins sédimentaires de La Roya et la Vésubie, qui culmine à plus de 3000m, explique notamment l'ampleur de la réponse.



Source : Johan Berthet



Pont sur la Roya, à la frontière franco-italienne avant / pendant / après l'épisode Alex

Source : Johan Berthet

Si l'attribution de la tempête Alex au changement climatique est délicate, et que l'ampleur de l'événement ne présage en rien de futurs événements de la même ampleur, l'analyse des événements pluvieux extrêmes méditerranéens au cours des dernières décennies met en évidence une intensification des fortes précipitations (+22 % sur les maxima annuels de cumuls quotidiens entre 1961 et 2015) et une augmentation de la fréquence des épisodes méditerranéens les plus forts, en particulier ceux dépassant le seuil de 200 mm en 24 heures.

En termes de d'impacts et de dégâts, la tempête Alex est responsable, sur le département des Alpes-Maritimes de 10 décès, 8 disparus et plus de 13 000 sinistrés. 80 km de routes départementales et plus de 30 ponts ont été détruits. 420 habitations, après expertises ont également été déclarées inhabitables.

Les dégâts matériels se chiffrent, au total, autour du milliard d'euros.

La tempête Alex, à travers son caractère remarquable et les dégâts engendrés, repose donc la question des méthodes, approches, moyens employés pour la gestion de crise dans un contexte probable de forçage climatique. Elle pose également la question du dimensionnement des outils existants, réglementaires, opérationnels et financiers et inscrit d'autant plus les questions de gestion intégrée dans le paysage de la gestion des risques.

Le 13 novembre 2020, le PARN a rassemblé, sur le thème des retours d'expérience de l'événement du 2-3 octobre, les membres de son Conseil Scientifique et Technique (CST), renforcés de membres extérieurs au CST spécifiquement concernés par les thèmes abordés, tant sur les REX que sur les crues torrentielles. La rencontre a permis de mettre en commun les différents travaux conduits par les membres et les partenaires du PARN sur la gestion post-événement des crues torrentielles catastrophiques causées par la tempête Alex. [La synthèse de leurs échanges est disponible.](#)

Le 09 décembre 2021, le Cerema Méditerranée a organisé dans le cadre de ses Conférences Techniques Territoriales (CTT) un webinar consacré au retour d'expérience des conséquences de la tempête Alex dans les vallées des Alpes-Maritimes. L'objectif de ce partage d'expérience est de permettre la mise en œuvre d'actions de réduction du risque. [Le replay et les présentations sont en ligne.](#)