

Impacts du changement climatique sur le massif alpin : stratégies d'adaptation et de gestion intégrée des risques naturels

Benjamin Einhorn

Webinaire PGRI, 25 juin 2021



Le PARN

Un opérateur d'interface entre les sphères scientifique, décisionnelle et opérationnelle

Membres de l'association :



- **1988 - Le Pôle Grenoblois des Risques Naturels - PGRN**

- Isère Département Pilote - CG38
- A l'interface des sciences et des collectivités
- Fonctionnement sous forme d'AO en soutien à la recherche

- **2010 - Le Pôle Alpin pour la prévention des RN - PARN**

- Suite au désengagement du CG38 (transfert de compétence)
- Appuis aux Régions SUD et AURA, Ministère (DGPR), Etat (ANCT), Territoires (ComCom, Metro, Syndicat Mixte...)
- Risques Naturels en montagne et Changement climatique

- **Fonctionnement du PARN**

- Equipe: 7 salariés / 4 ETP
- Instances: CA (+ bureau), CST (19 membres académiques + Services de l'Etat : DDT, DREAL, ONF-RTM...)
- Financement: Convention Régions SUD, AURA, DGPR, METRO Grenoble (70%) + Prestations (25%) + Cotisations
- Budget: 250-300 k€/an



Périmètre d'action du PARN :

Gestion intégrée, Science, Gouvernance, Transfert, Animation

Coordination et animation de l'opération interrégionale « Gestion Intégrée des risques naturels dans les Alpes » (GIRN)

- Appui technique et méthodologique aux territoires dans l'élaboration et la mise en œuvre de programmes d'actions pluriannuels de GIRN à l'échelle intercommunale (périmètre Massif des Alpes, en régions PACA et AuRA)

Animation du réseau d'interface « Science–Décision–Action pour la prévention des risques naturels dans les Alpes » (SDA)

- Accompagnement des porteurs scientifiques en lien avec les gestionnaires utilisateurs finaux pour l'incubation de projets de recherche-action partenariaux (CIMA-POIA, Interreg, etc.) et la valorisation des résultats

Changements climatiques et risques naturels en montagne

- Veille scientifique, synthèse et diffusion des connaissances sur les impacts du changement climatique et les événements remarquables
- Appui aux partenaires (opérationnels, scientifiques ou associatifs) en matière d'adaptation

Contribution à la Stratégie macrorégionale de l'UE pour la Région Alpine (SUERA)

- Représentation des acteurs français des risques naturels, participation et contribution aux travaux du Groupe d'Action 8 de la SUERA (EUSALP) sur le changement climatique et les risques naturels (sur mandat de l'ANCT)

Appui aux politiques publiques de prévention et gestion des risques naturels

- Ex. : accompagnement de la DGPR et des services déconcentrés (voir ci-après)
- Ex. : mobilisation du Conseil Scientifique et Technique (CST) du PARN en appui à la stratégie territoriale « Risques et résilience » de la Métropole Grenoble-Alpes



Portail des Territoires
Alpins de Gestion Intégrée
des Risques Naturels
(TAGIRN)



Portail des projets et des
séminaires SDA



Portail & Lettre d'info
« Alpes-Climat-Risques »



Liberté
Égalité
Fraternité



Accompagnement de la DGPR

Programme 2020/2021

- Mise en place de **Stratégies territoriales pour la prévention des risques en montagne (STEPRIM)** dans le massif alpin / en lien avec la Gestion Intégrée des Risques Naturels (GIRN)
- Mise en place d'actions pour la **prévention des risques d'origine glaciaire et périglaciaire**
- Lien avec les **dynamiques européennes alpines** (PLANALP, SUERA, Interreg, programmation post-2020)

Contribution au **réseau risques en montagne** des services de l'Etat
(réunion du 18 mars)

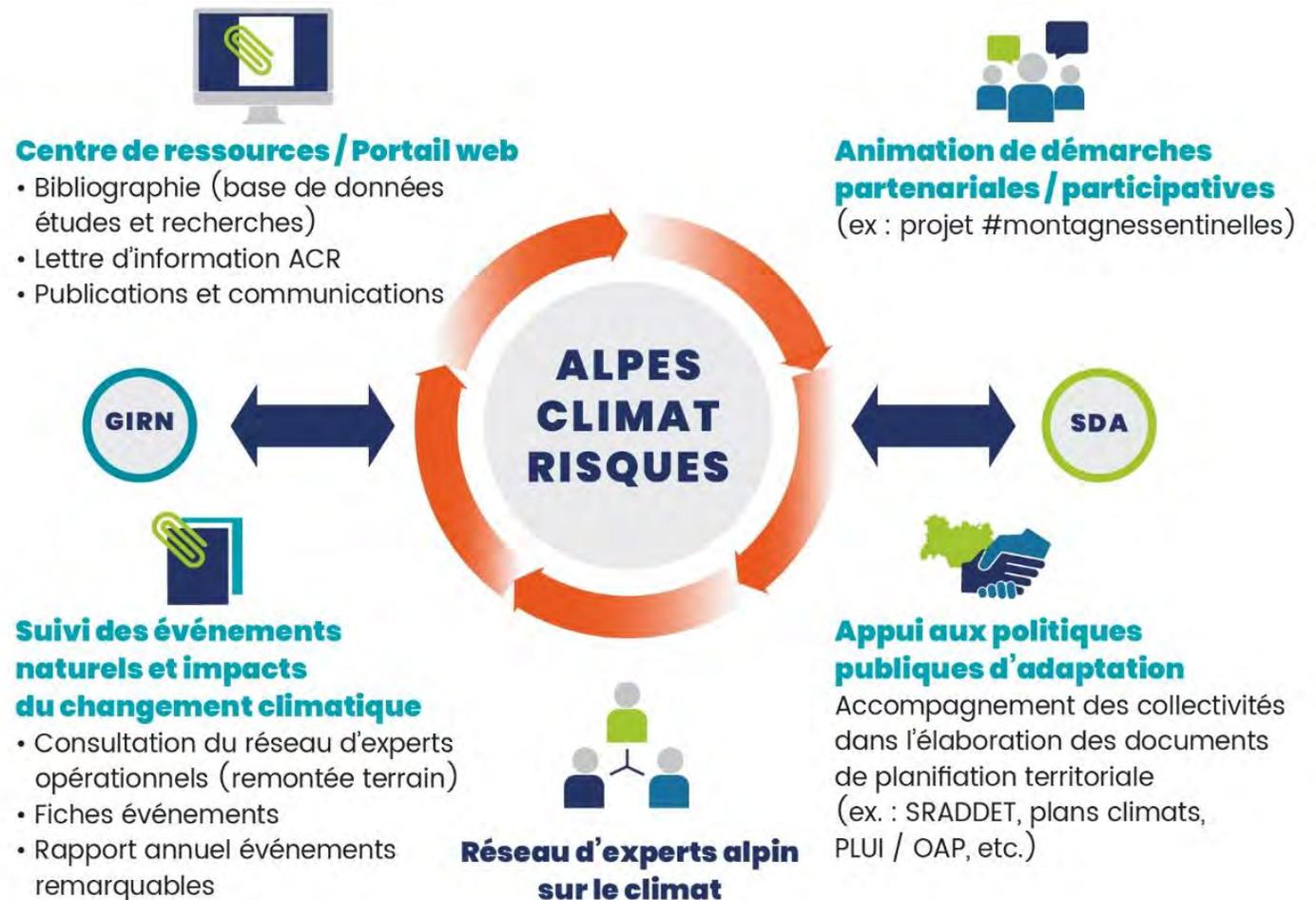


La plateforme Alpes-Climat-Risques

Impacts du changement climatique sur les risques naturels et stratégies d'adaptation des territoires alpins

Plateforme d'expertise et centre de ressources pour accompagner les territoires alpins dans l'adaptation au changement climatique

Soutiens



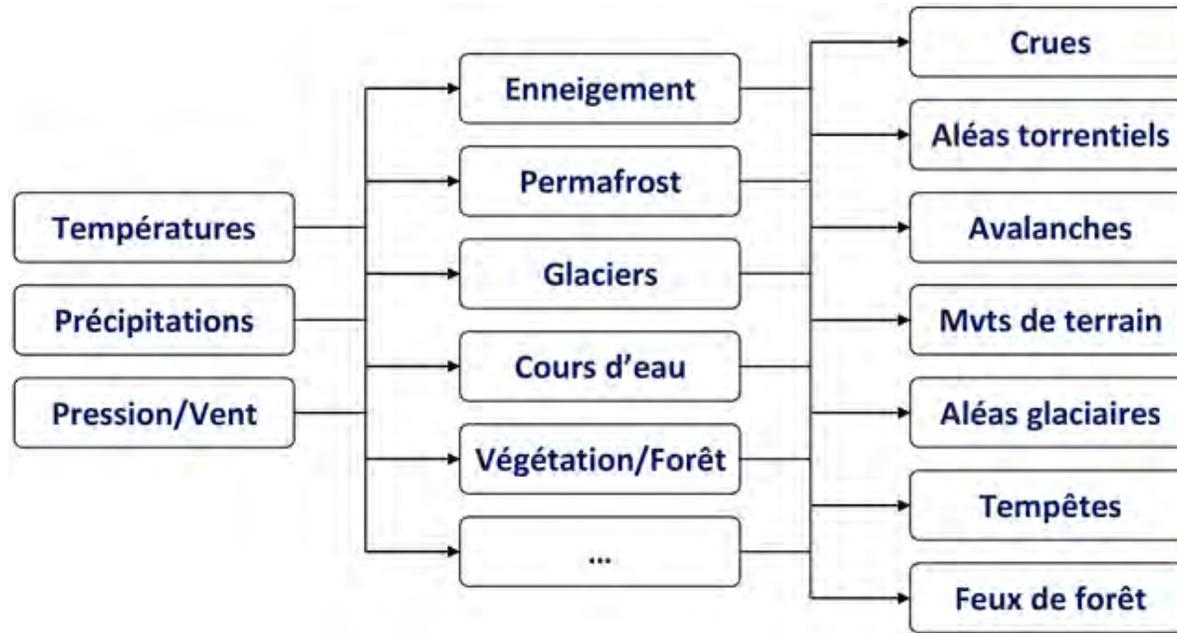


Réseau d'experts alpin sur le climat

Partenariats



Analyse bibliographique



Publications

rhôneAlpes

Changement climatiques
dans les Alpes :
Impacts et risques naturels

Rapport Technique N°1 de l'ONERC
Octobre 2008

ClinChAlp
Observatoire de la Région Alpes

ORECC

Le changement climatique en Rhône-Alpes
Profil climat : « Montagne – Alpes du Nord »

Destiné aux acteurs territoriaux concernés par le développement et l'aménagement des territoires (COOT, PUL, PCAET), le « profil climat » de l'ORECC vise à sensibiliser aux enjeux de l'adaptation au changement climatique sur les territoires de Rhône-Alpes, et permettre ainsi une meilleure prise en compte de cette adaptation dans les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET), ainsi que le développement de stratégies d'adaptation territoriales.

Le « profil » Montagne, dédié ici pour le nord des Alpes, fournit des éléments pour alimenter un diagnostic de vulnérabilité climatique d'un territoire. Dans ce objectif, on y trouve des données territoriales et spatialisées, relatives aux aspects du changement climatique sur ce territoire, issues des travaux réalisés par l'ORECC. Pour compléter, ce document intègre des informations sur les travaux en cours s'intéressant au sujet, des acteurs territoriaux et/ou des exemples d'initiatives locales. Il ne remplace pas une étude locale de vulnérabilité détaillée, mais permet de présenter, pour un type de territoire donné, quels sont les principaux enjeux à étudier.

DESCRIPTION DU TERRITOIRE OBSERVÉ

Le territoire observé correspond à la zone de montagne du nord des Alpes françaises, mais sur lequel l'évolution des températures est particulièrement sensible. Même si cette zone est relativement peuplée, elle comporte des espaces contrastés en matière de dynamique économique et démographique.

L'adaptation au changement climatique y représente un enjeu important du fait de l'altitude (de 500 à 4 500 m), du climat, et des activités économiques qui lui sont liées : tourisme, activités agricoles, pastorales et forestières...

Cet enjeu se décline en plusieurs problématiques interdépendantes : adaptation des modes de gestion de moyenne altitude, confrontés à un été climatique, qui les rend particulièrement vulnérables ; gestion renforcée et innovante des ressources naturelles, en particulier face à la demande pour de multiples usages ; développement de la gestion intégrée des risques naturels...

Même si le changement climatique ne constitue pas le seul facteur nécessitant une adaptation de ces territoires (il en existe d'autres comme les crises économiques, l'évolution de la demande et la concurrence internationale des produits touristiques), il apparaît comme un révélateur des points de vulnérabilité, à intégrer aux réflexions d'aménagement du territoire.

Source : Connaissance des climats géographiques et de l'usage des Alpes – Atlas géographique

GREC SUD

Impacts du changement climatique et transition(s) dans les Alpes du Sud

Octobre 2018

air

Pôle Alpes Risques Naturels

Changement climatique et risques naturels dans les Alpes
Événements remarquables 2018

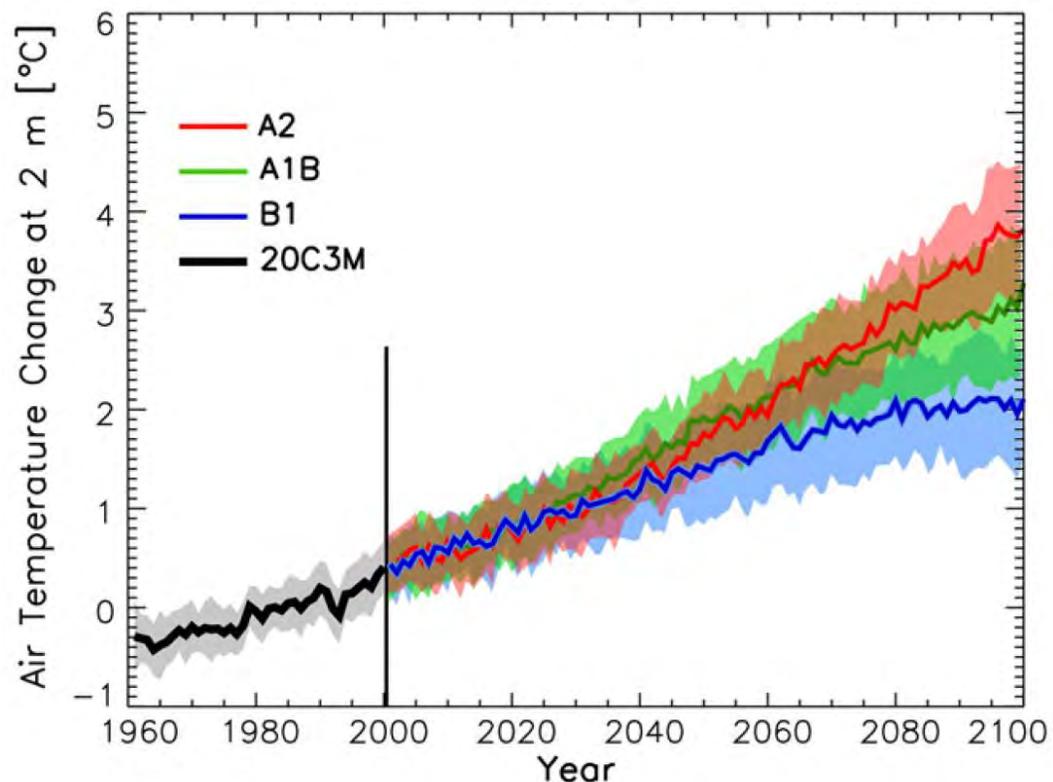
Source : Colard et Berguier Estelin
Juillet 2019

La Région Auvergne-Rhône-Alpes

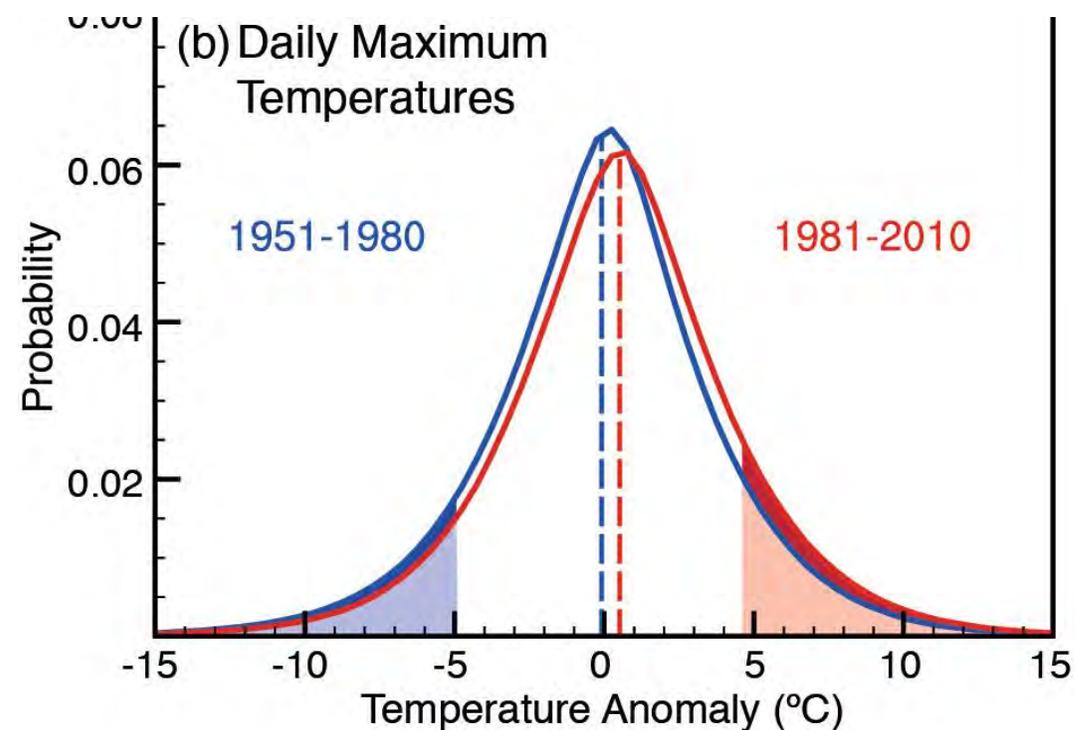
REGION SUD



Le réchauffement climatique induit des **modifications de valeur moyenne à grande échelle**, mais aussi des **modifications à échelle locale de la distributions des valeurs météorologiques**

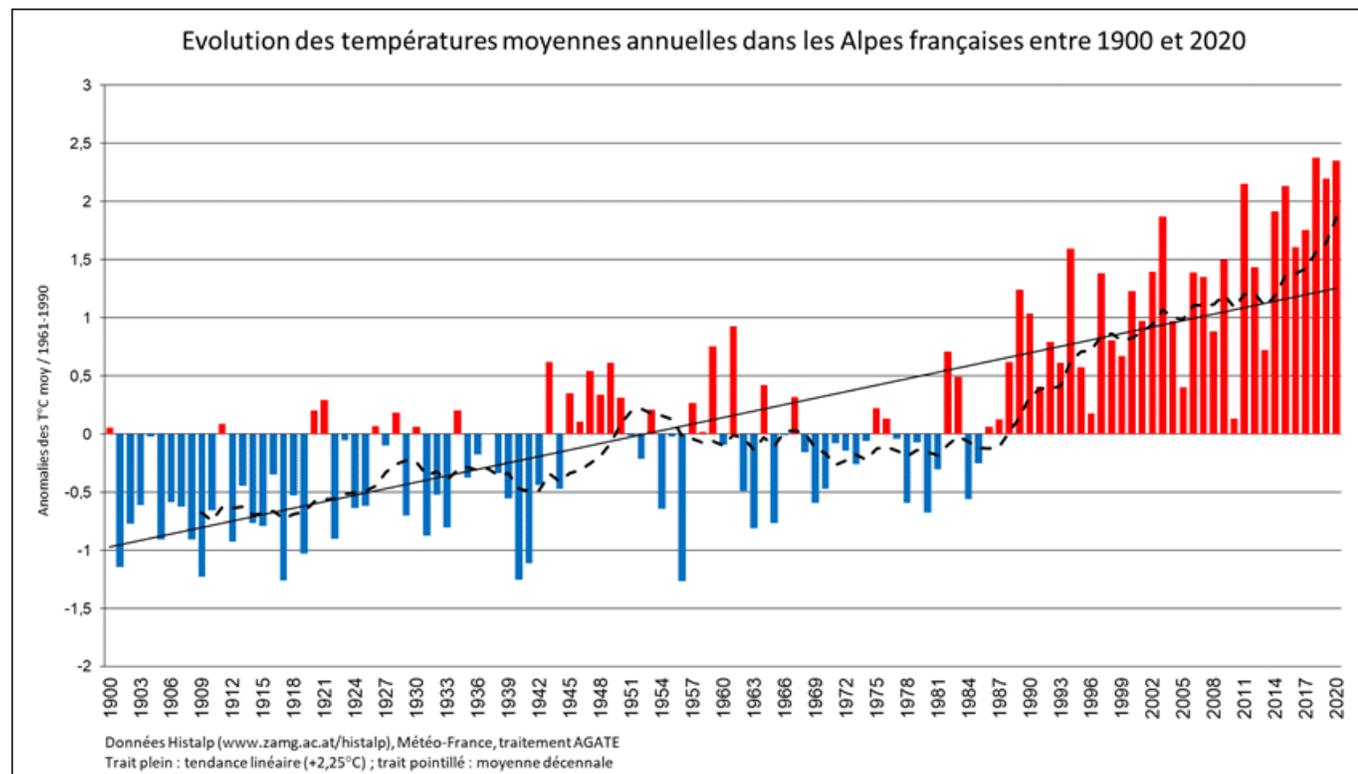


Evolution des températures en Europe selon trois scénarios d'émissions de GES. In: Gobiet et al. 2014



Modification de la distribution des valeurs extrêmes. GIEC, 2013

Températures moyennes annuelles



Écarts des températures moyennes annuelles (en °C) de 1900 à 2020 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes françaises.

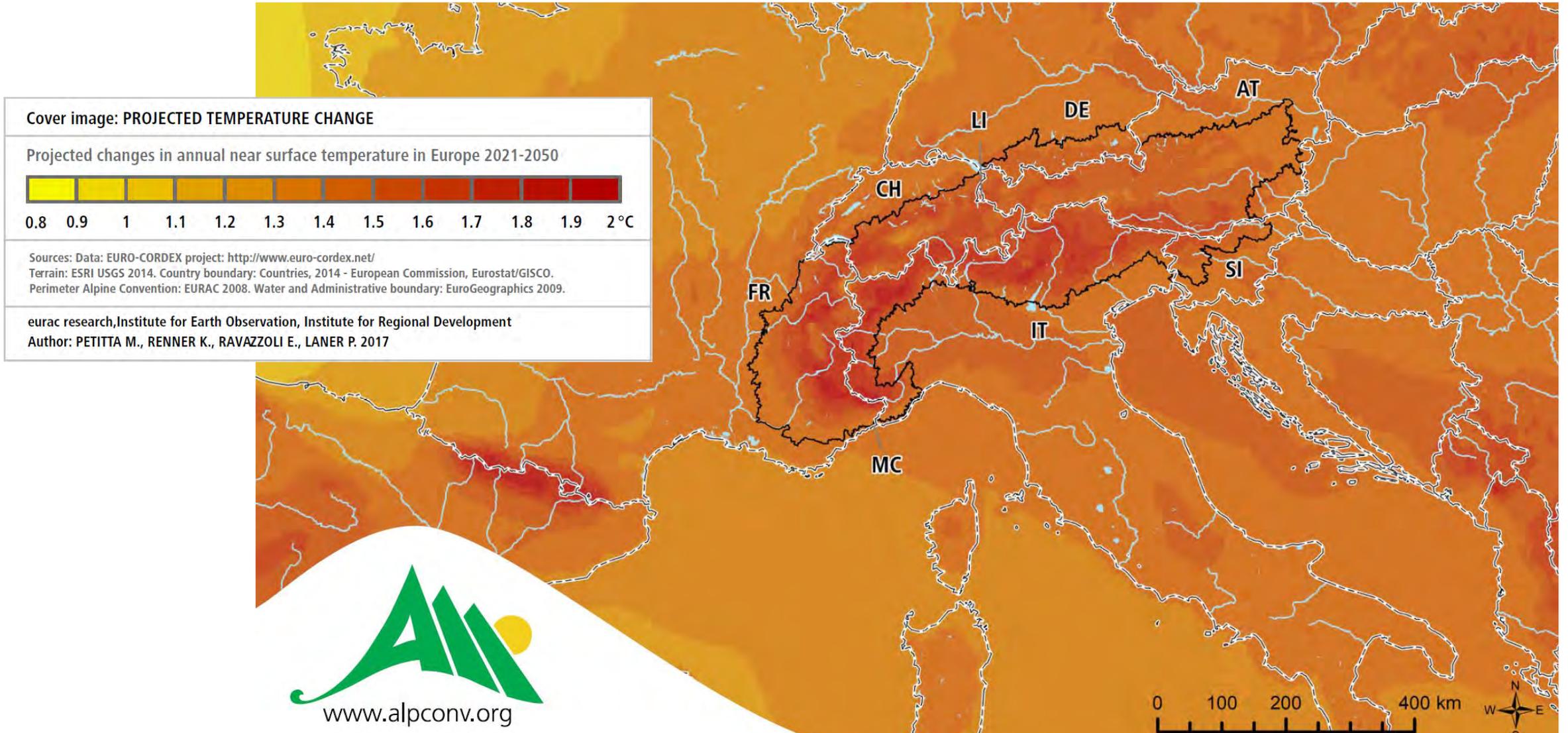
Source : Données Histalp (www.zamg.ac.at/histalp), Météo-France (séries homogénéisées des stations de mesure Météo-France de Bourg-Saint-Maurice (73) et d'Embrun (05)), traitement AGATE. Trait plein : tendance linéaire. Trait pointillé : moyenne décennale.

Tendances 1900-2020 :

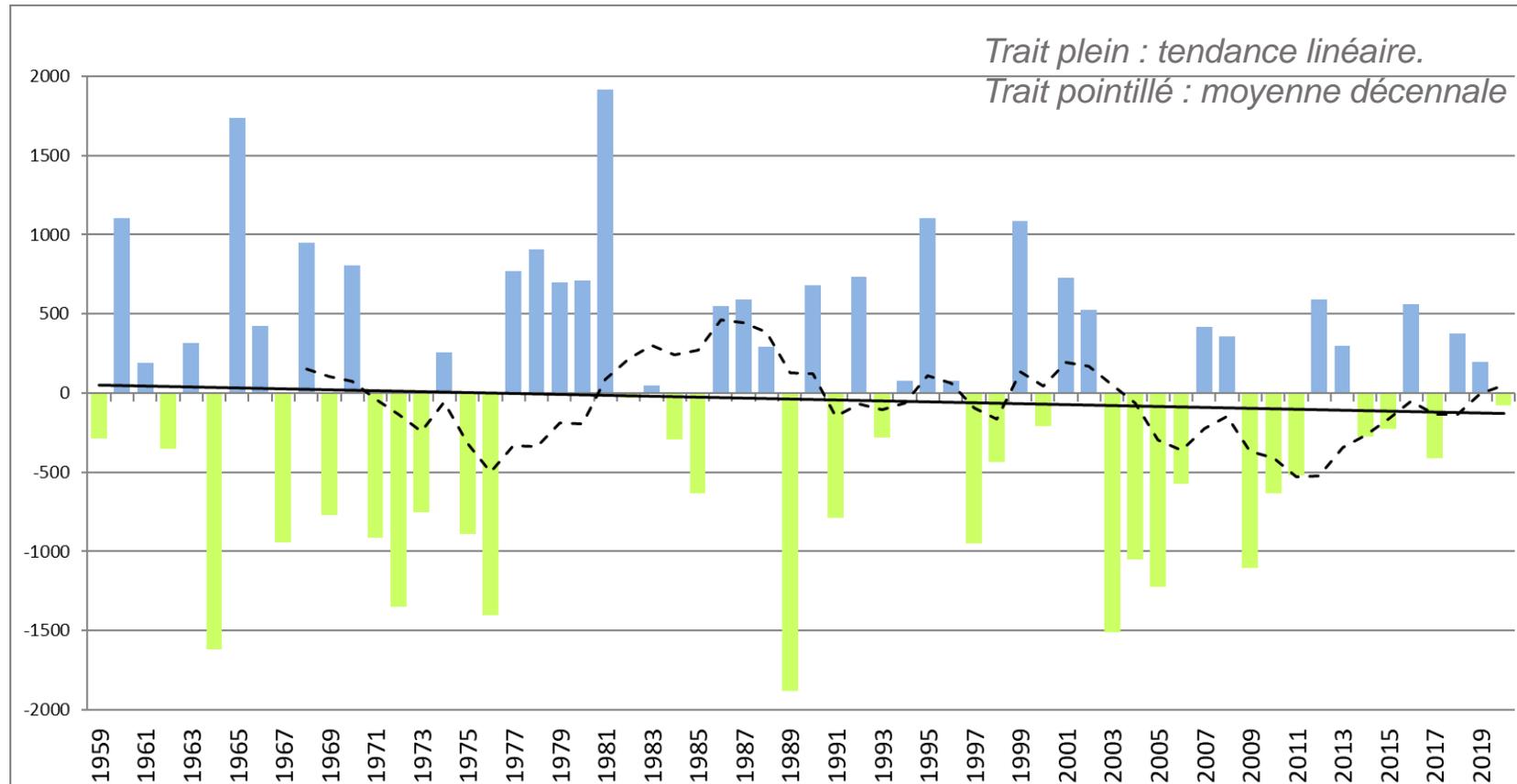
- Alpes françaises : +2.25°C
- Alpes du nord : +2.4°C
- Alpes du sud : +2.1°C

- 7 des 10 **années les plus chaudes** sont apparues lors de la dernière décennie
- On observe une **accélération du réchauffement** depuis 2014, du même type qu'à la fin des années 1980.
- Les **années records** se présentent de façon assez régulières (1989, 2014, 2003, 2011, 2018).
- Le **réchauffement sur les Alpes est deux fois plus important** qu'au niveau mondial (+1,2°C sur les terres).

Projections

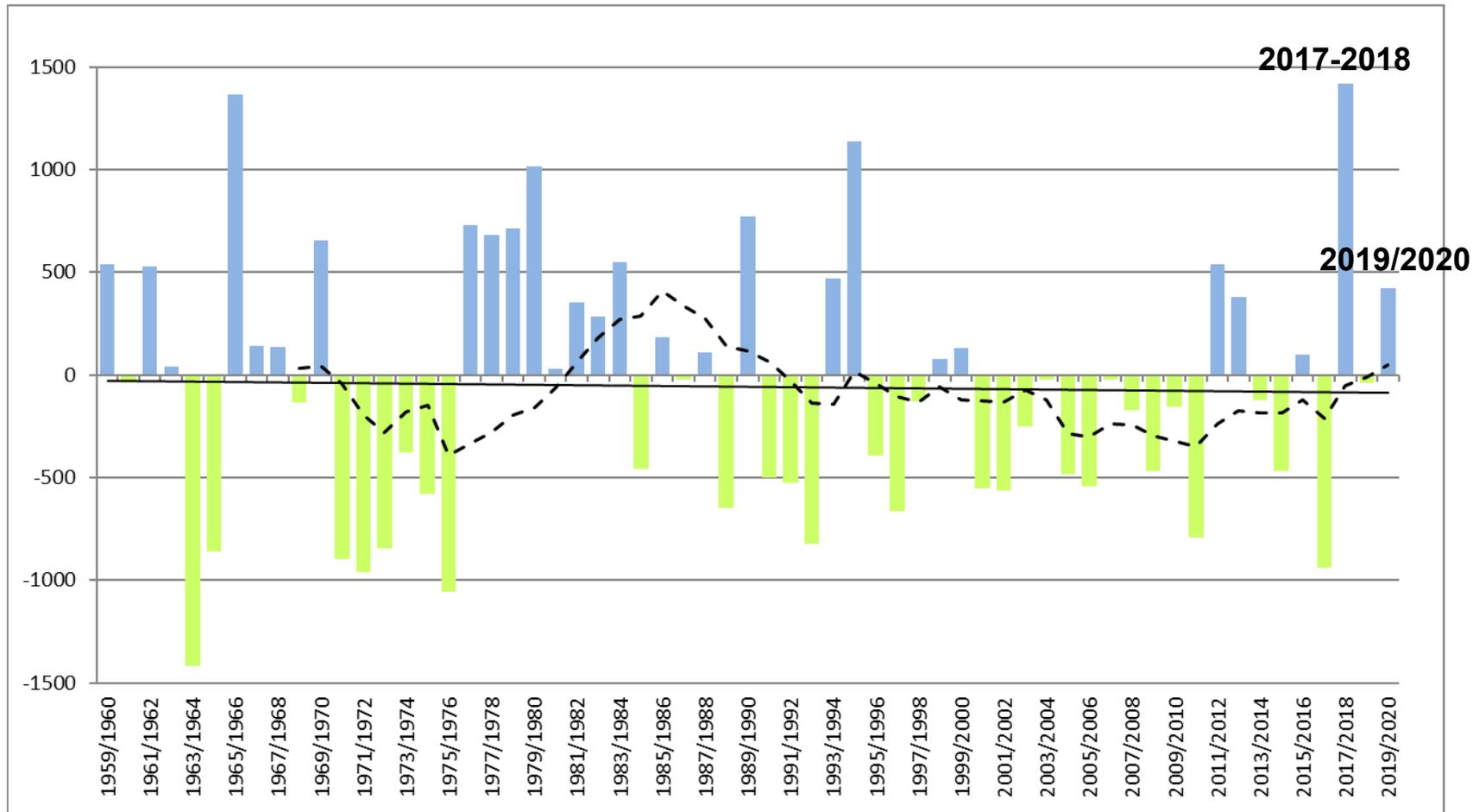


Cumuls annuels de précipitations



Écarts des cumuls annuels de précipitation (en mm) de 1959 à 2020 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du Nord. Source : Météo-France ; traitement AGATE/Observatoire du Changement Climatique dans les Alpes du Nord. Trait plein : tendance linéaire. Trait pointillé : moyenne décennale.

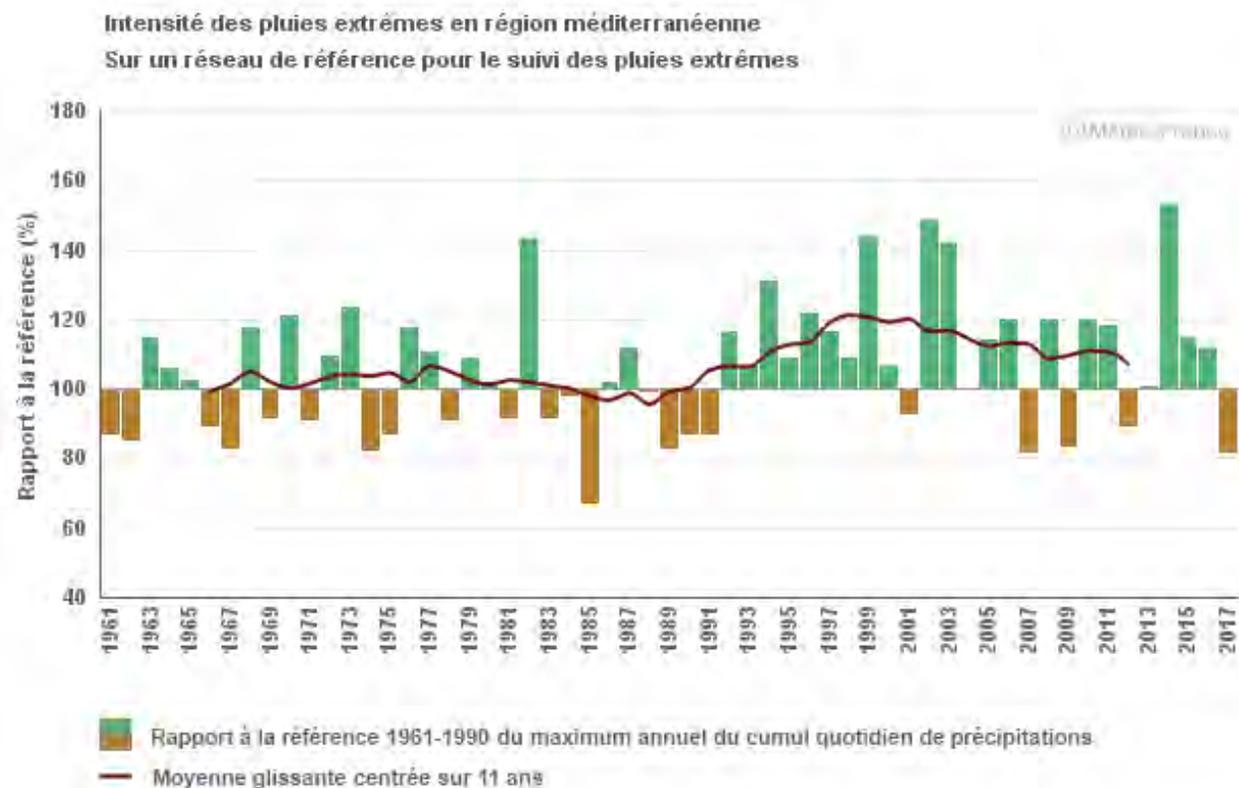
Cumuls hivernaux de précipitations



- Des hivers récents bien arrosés
- Il est possible que les hivers doux et pluvieux deviennent de plus en plus récurrents avec le réchauffement climatique (Météo-France).

Écarts des cumuls hivernaux de précipitation (en mm) de 1959/1960 à 2019/2020 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du Nord. Source : Météo-France ; traitement AGATE/Observatoire du Changement Climatique dans les Alpes du Nord. Trait plein : tendance linéaire. Trait pointillé : moyenne décennale.

Intensification des fortes pluies sur les régions méditerranéennes



<https://météofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/episodes-mediterraneens-et-changement>

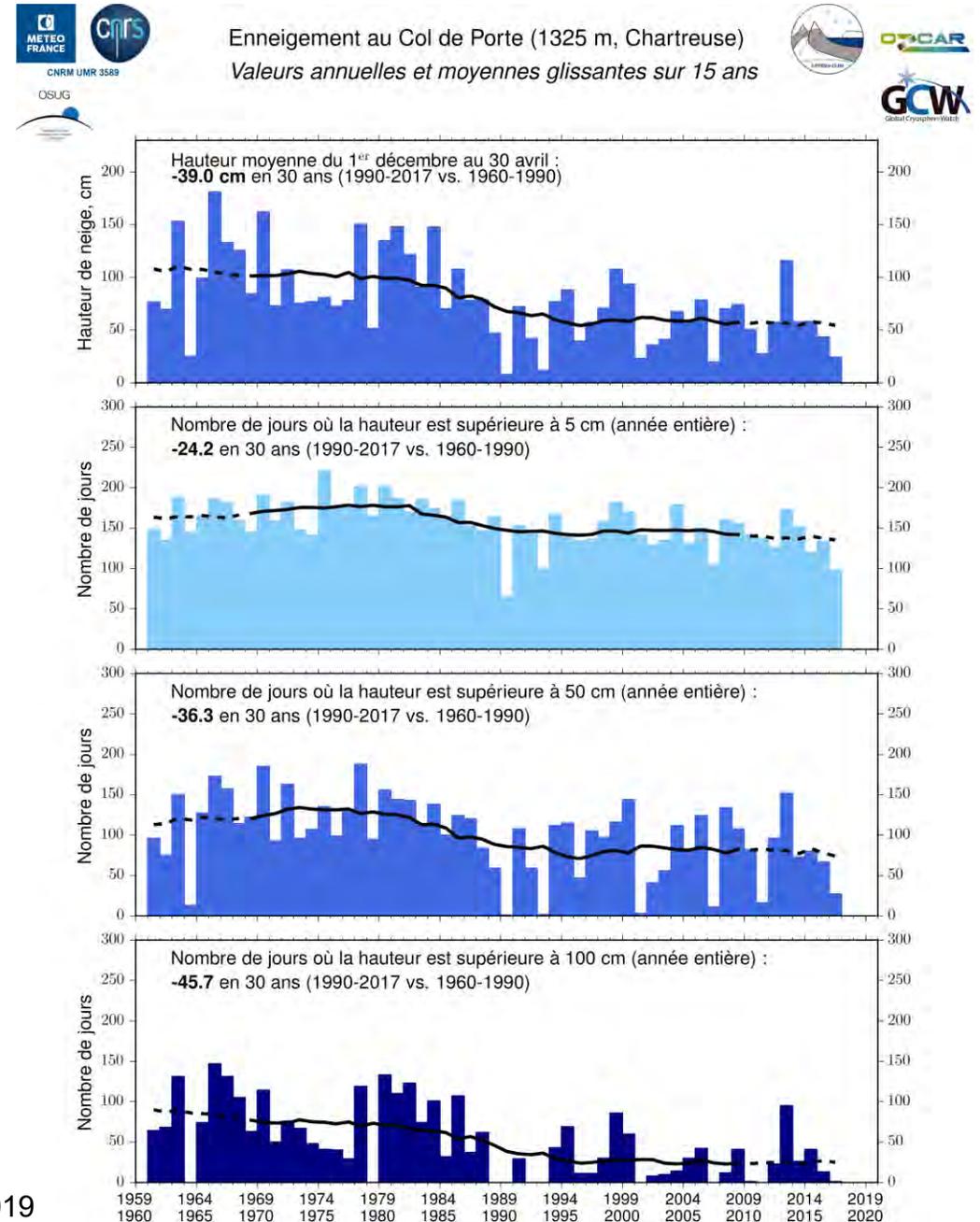
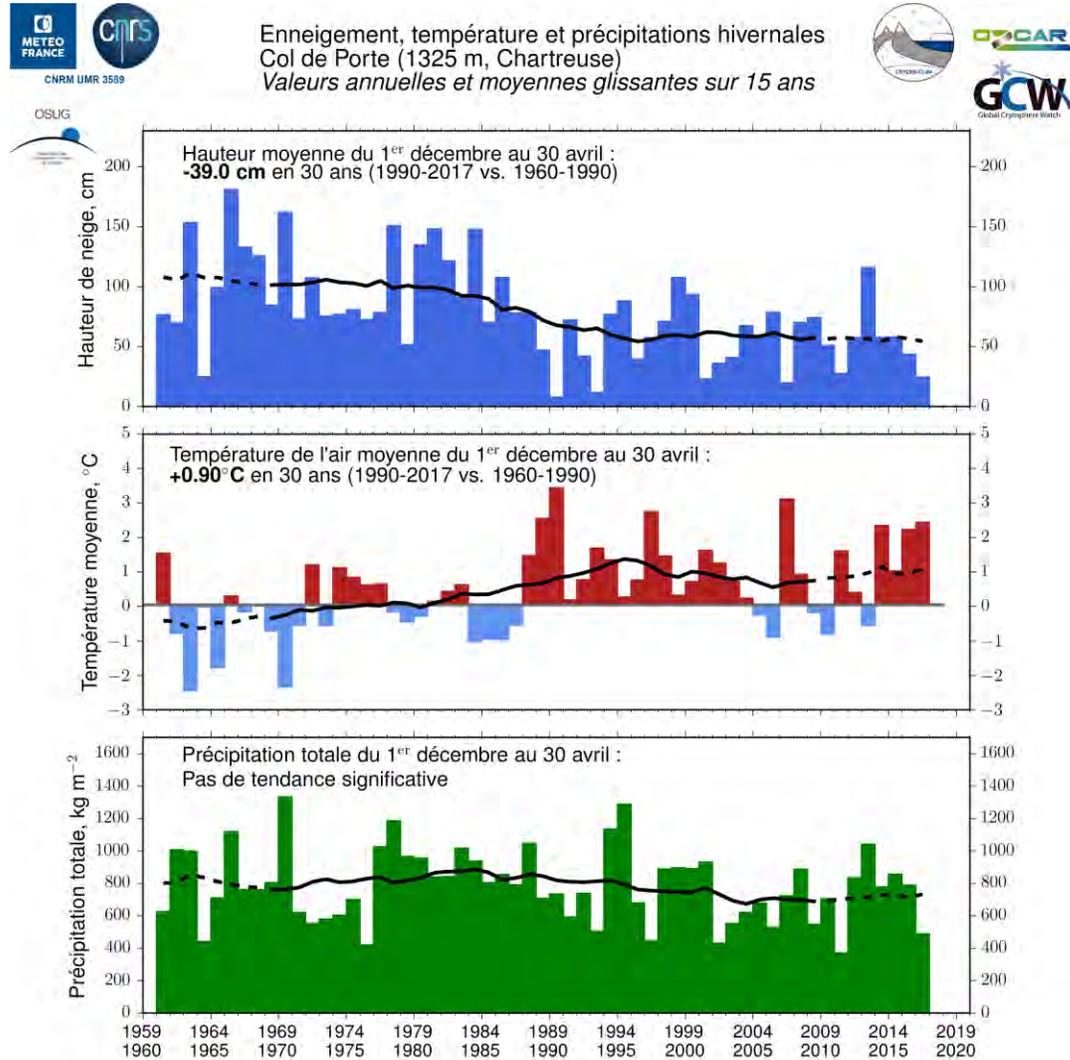
Observations :

- **intensification des fortes précipitations dans les régions méditerranéennes entre 1961 et 2015 : +22 %** sur les maxima annuels de cumuls quotidiens, avec une variabilité interannuelle très forte, qui explique la forte incertitude (de +7 à +39 %) sur l'ampleur de cette intensification ;
- **augmentation de la fréquence des épisodes méditerranéens les plus forts**, en particulier ceux dépassant le seuil de 200 mm en 24 heures.

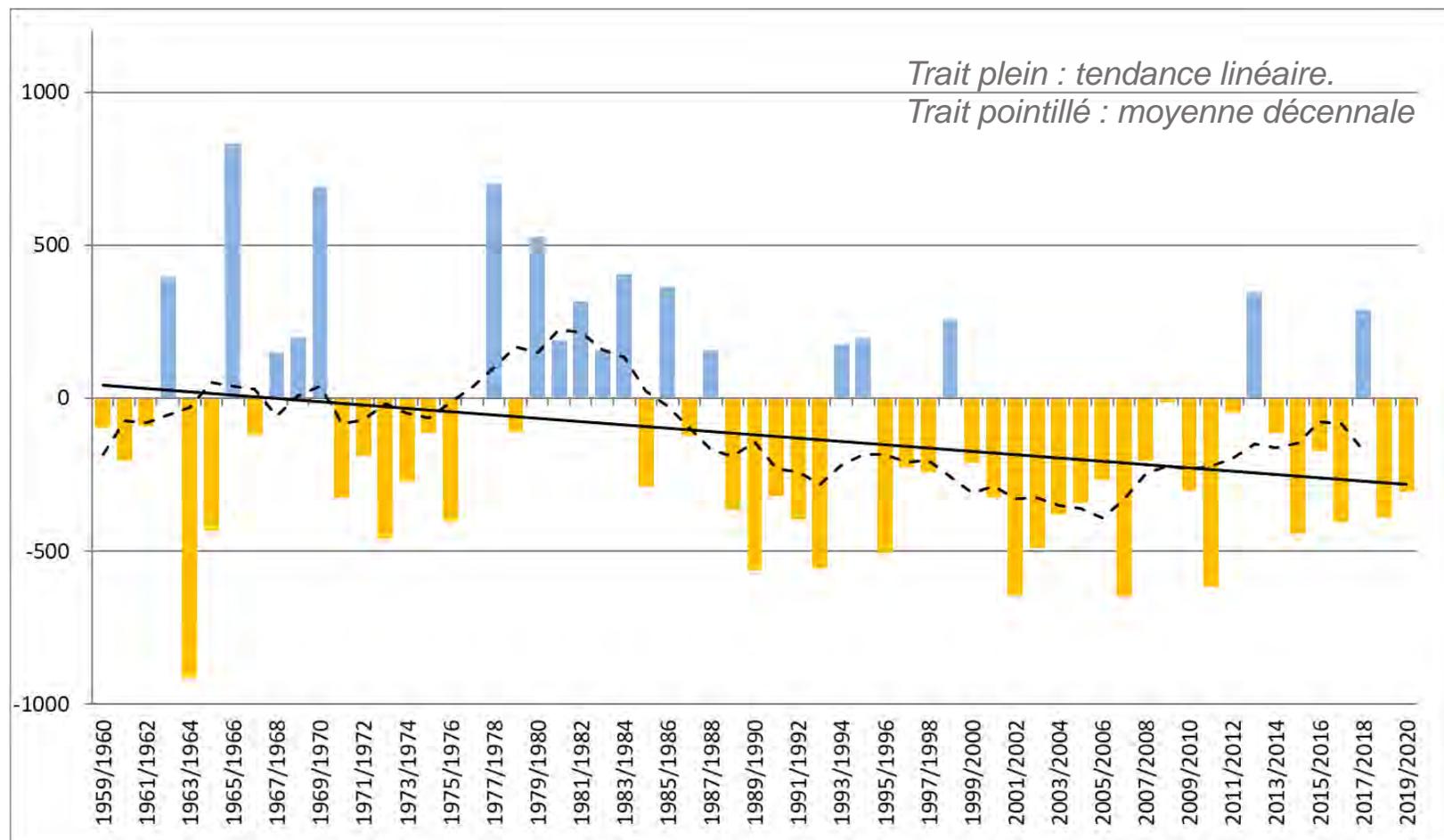
Projections :

- **augmentation de l'intensité des précipitations intenses sur la région méditerranéenne française**, de l'ordre de quelques % sur les cumuls quotidiens par °C de réchauffement.

Augmentation des températures, baisse de l'enneigement, pas de tendance sur les précipitations

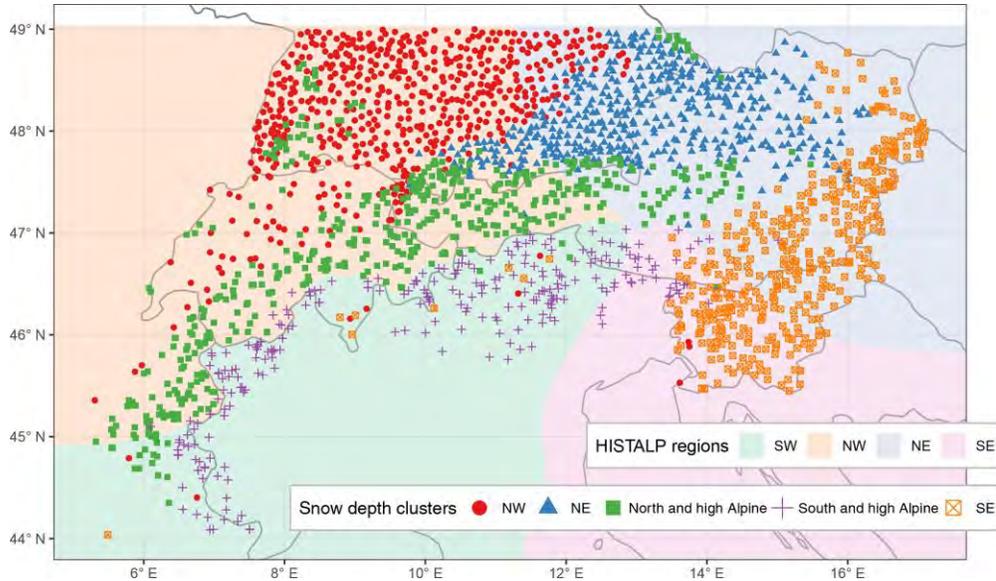


Cumuls de neige hivernaux :



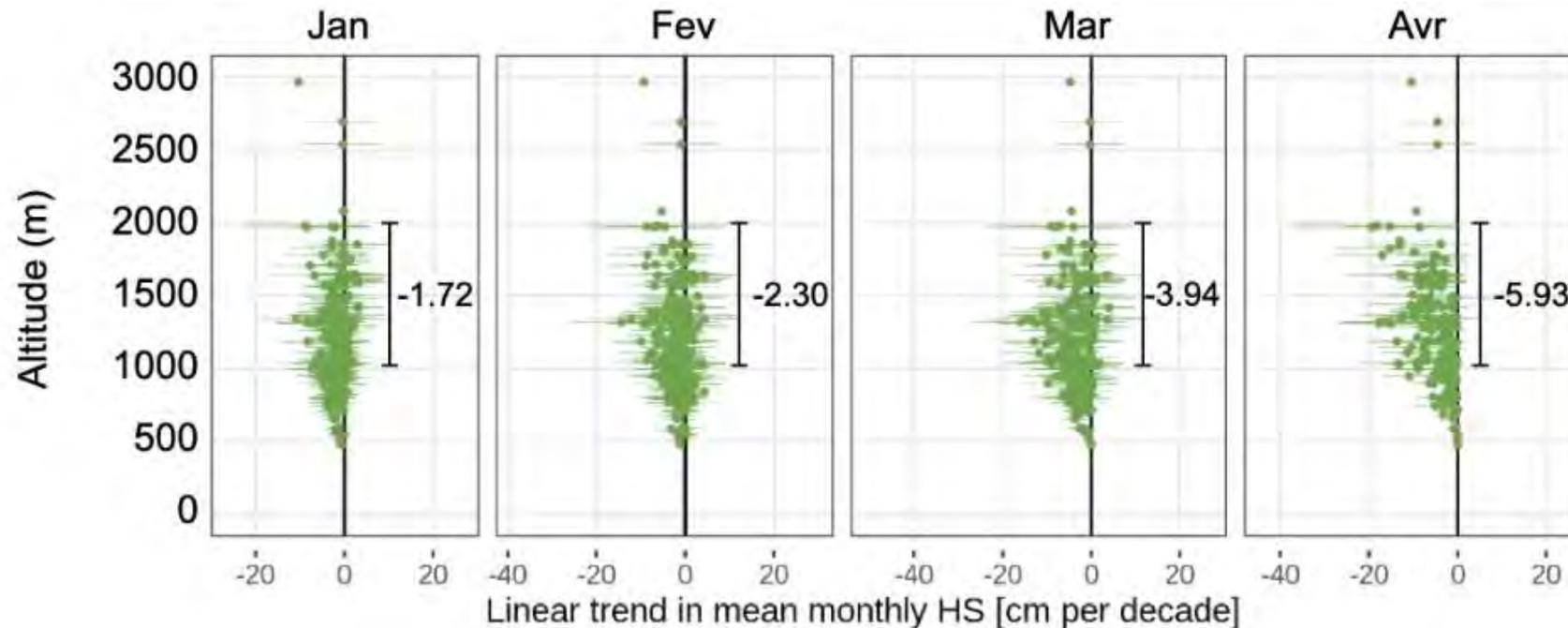
Écarts des cumuls de neige de la saison hivernale (en cm) de 1959/1960 à 2019/2020 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du Nord. Source : Météo-France ; traitement AGATE/Observatoire du Changement Climatique dans les Alpes du Nord.

- Baisse de 21% sur la saison entre **avant et après 1988** (début du réchauffement)
- **Hivers de la décennie 2010-2020 un peu mieux enneigés** que ceux de la précédente (car plus humides).

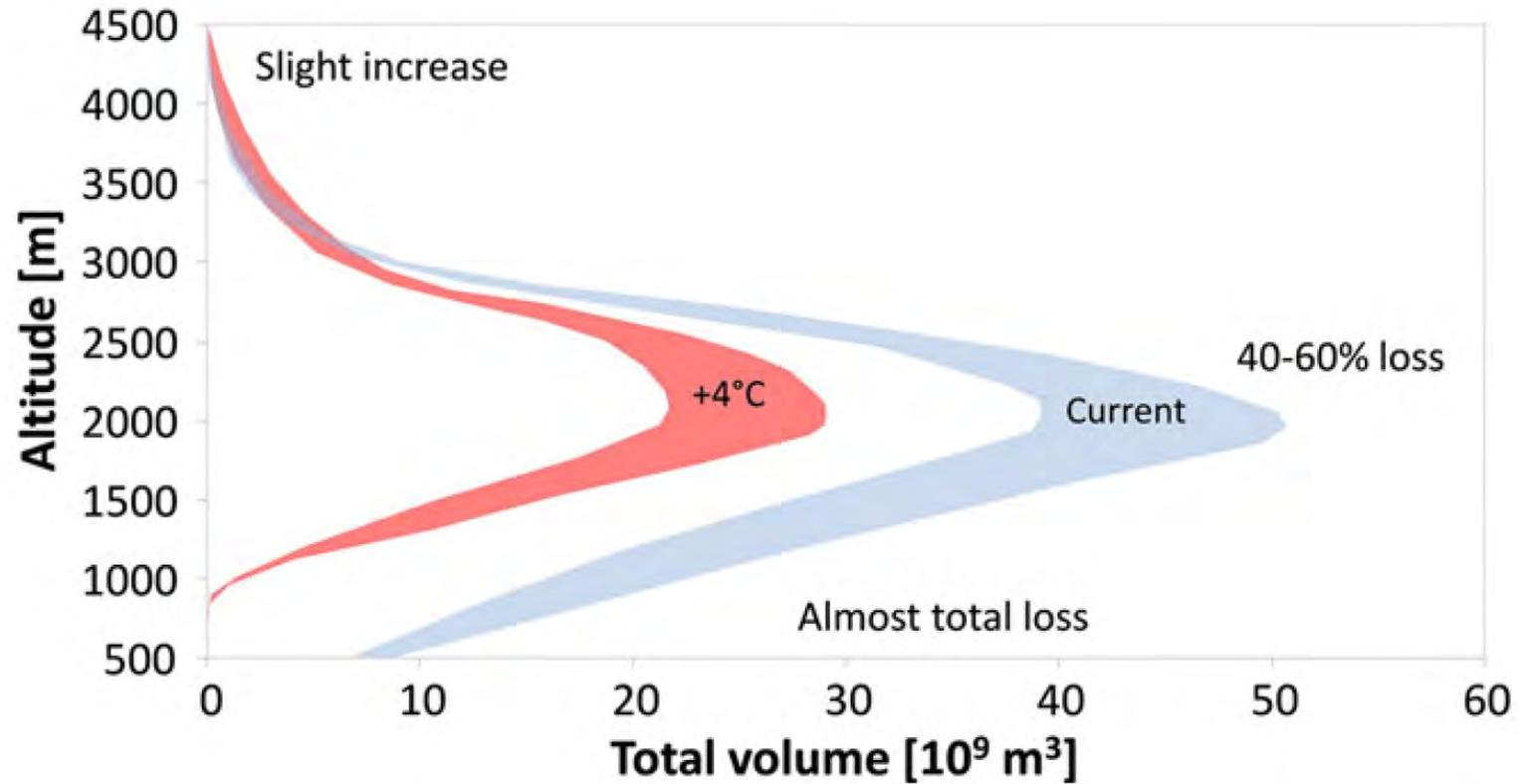


Hauteur de neige dans l'arc alpin (1971-2019) mesurées sur 2000 stations :

- Tendances à la décroissance dans 87% des stations
- Variables selon région, altitude, mois de l'hiver :
 - Plus marquées en fin d'hiver
 - Plus marquées à altitude modérée
- Très peu de données au-dessus de 2000 m

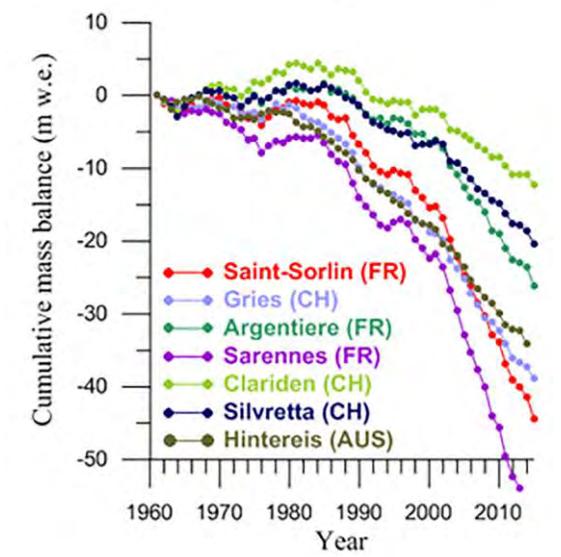
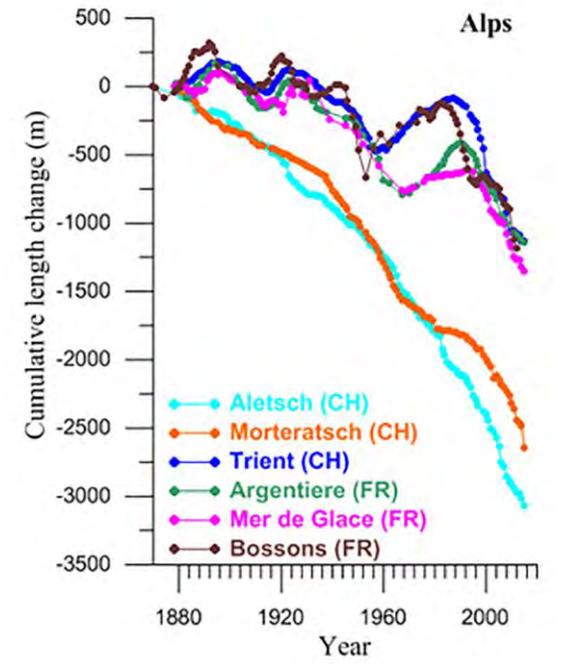


Projections



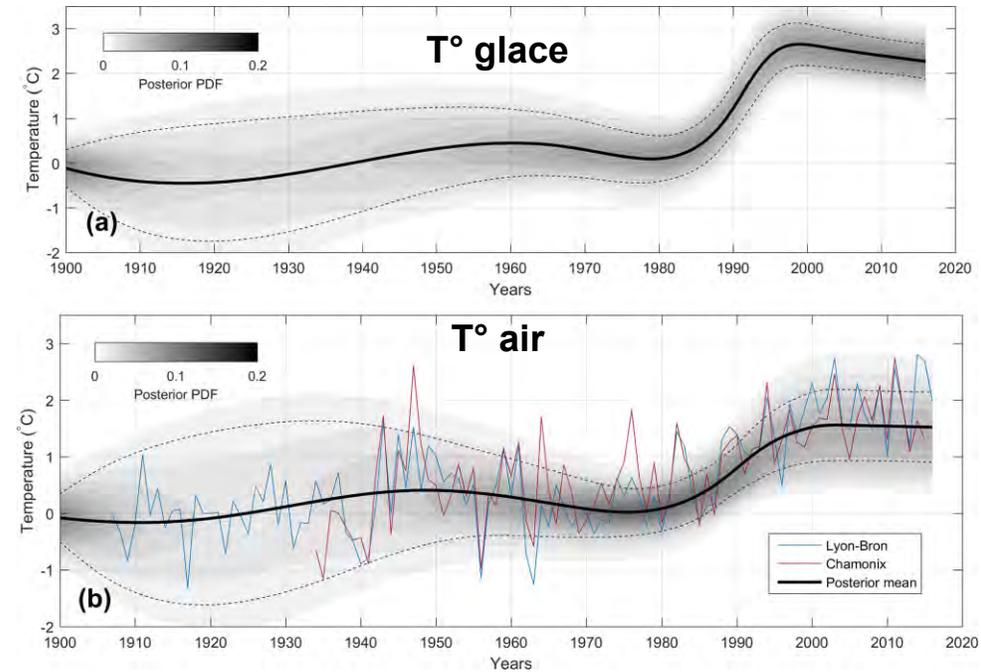
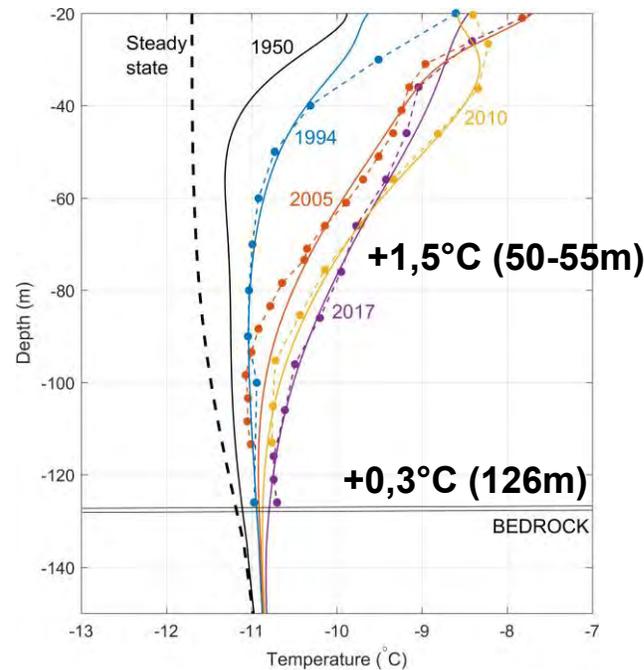
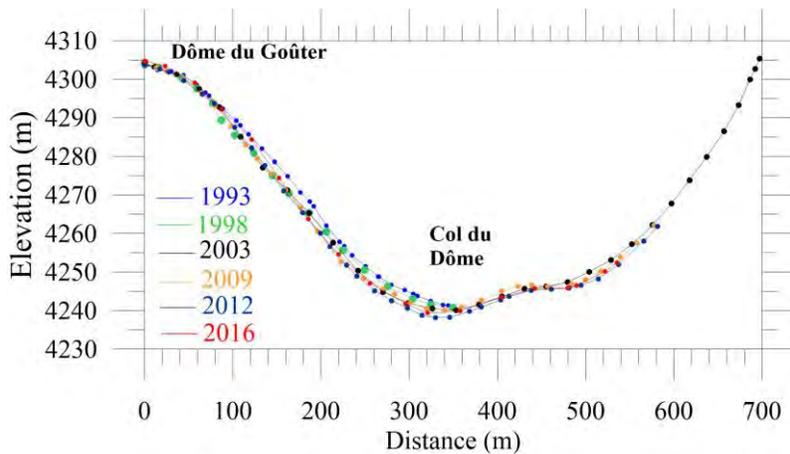
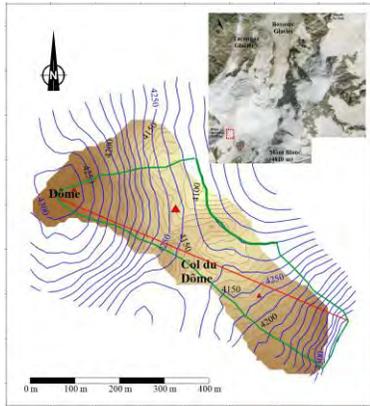
Volume de neige sous le climat actuel et sous possible climat futur avec des hivers plus chauds de 4°C modélisés entre 200m et 4500m en Suisse.

Un retrait glaciaire accéléré



A haute altitude (Col du Dôme, massif du Mont Blanc, 4300m) :

- Faibles changements d'épaisseur
- Forts changements dans la température de la glace : Propagation de l'onde de chaleur en profondeur

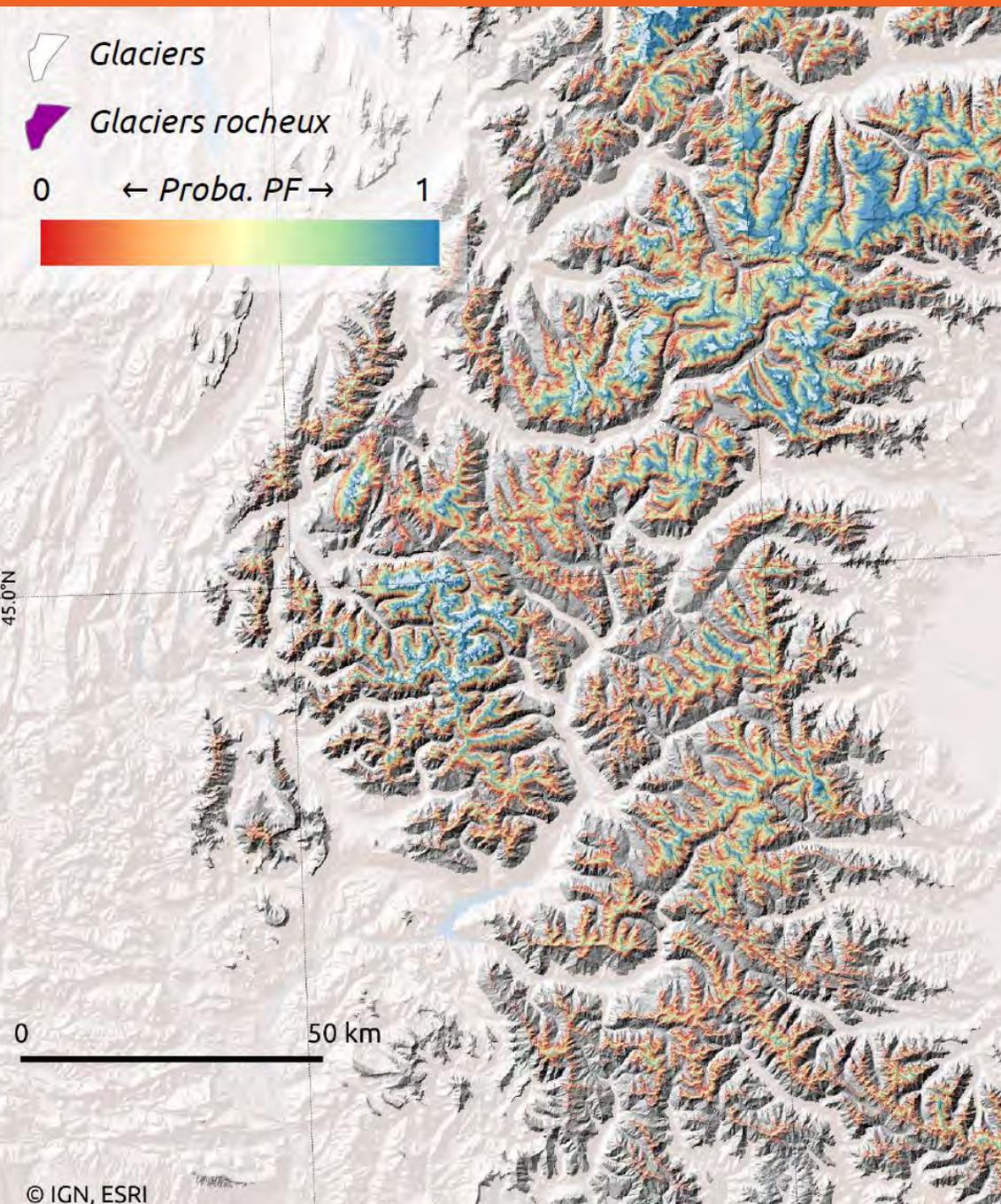


Profil longitudinal mesuré entre 1993 et 2016

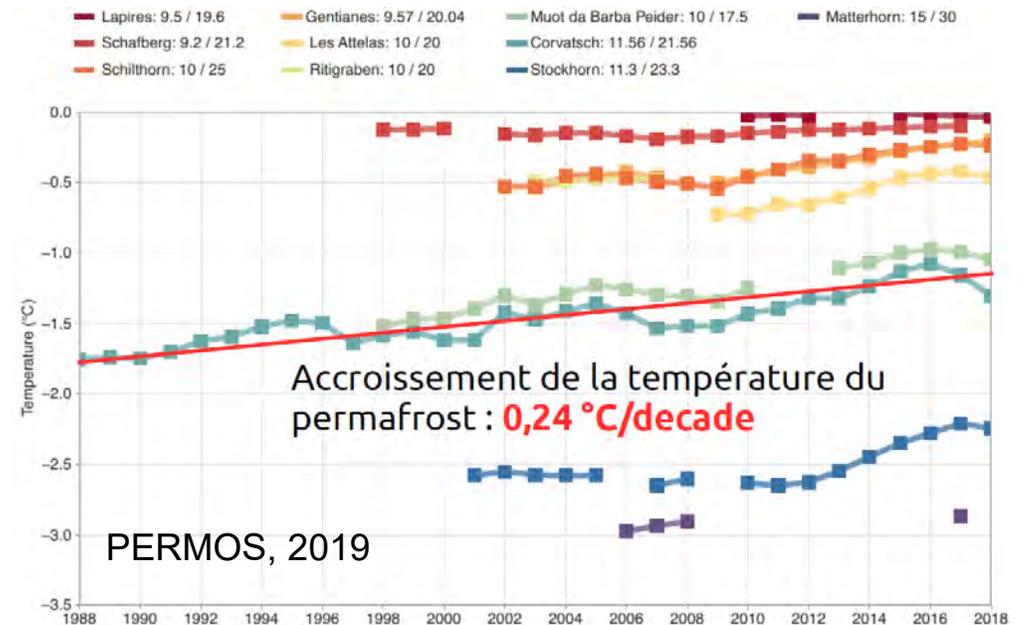
Température de la glace mesurée (- - -) et modélisée (—) entre 1997 et 2017

Température de la glace reconstruite VS températures atmosphériques depuis 1900

Permafrost



- **Glaciers** = 230 km² en 2015 (- 8 % depuis 2006-2009)
- **Permafrost** = 770 km², dont :
 - Glaciers rocheux = 80 km²
 - Parois ~ 15-20 km² (?)

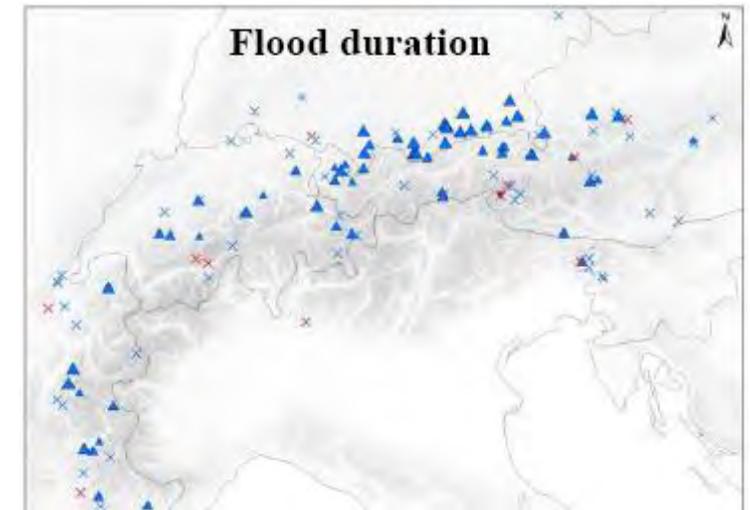
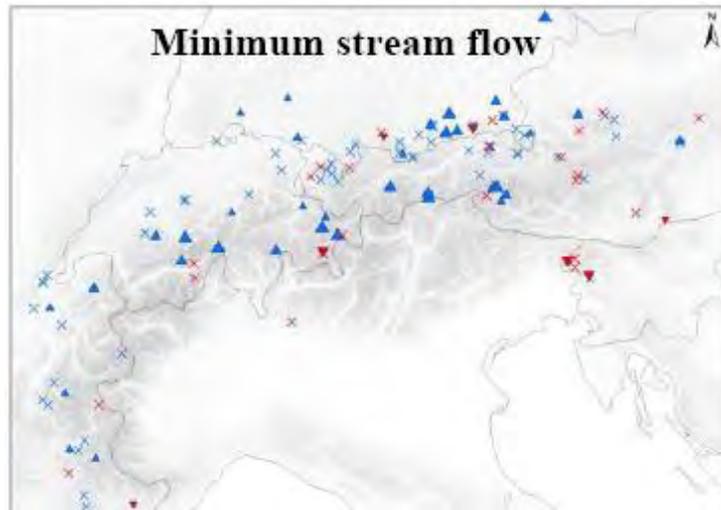
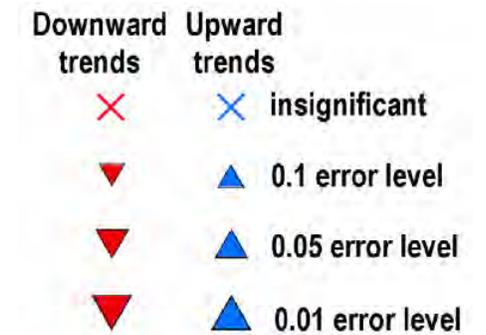


Couverture glaciaire 2006-2009 d'après Gardent et al. 2015

Distribution potentielle du permafrost d'après Marcer et al. 2017

Observations à l'échelle des Alpes : **pas de tendance significative généralisée** des débits pour 126 stations sur la période 1961-2005, mais :

- **évolutions cohérentes et statistiquement significatives pour les régimes glaciaire et nival**
- **saisonnalité des crues de fonte :**
 - démarrage précoce (50% des stations)
 - augmentation de la durée (52% des stations)
- **pas de tendance pour les paramètres d'intensité**

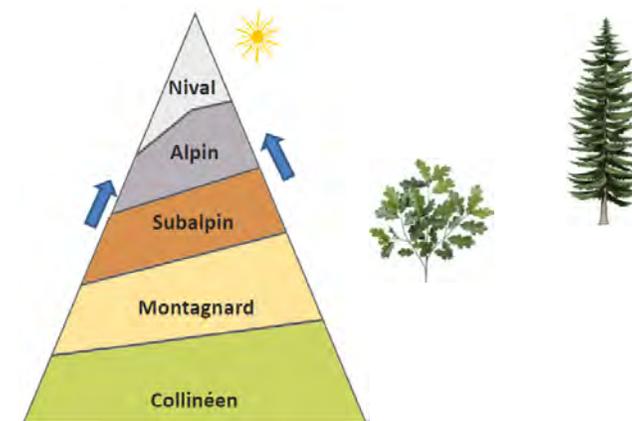


Impacts positifs (vis-à-vis des aléas naturels)

- Frontière altitudinale supérieure de la forêt qui remonte
- Favorise les mélanges entre espèces et donc une meilleure résilience de la forêt

Impacts négatifs : augmentation des perturbations

- Pathogènes, Tempêtes, Sécheresse, Incendies



Dépérissements

Incendie du Néron. Agglomération de Grenoble. Août 2003. © O. Goirand

Broussaille / Taillis
300 ha - 33 jours



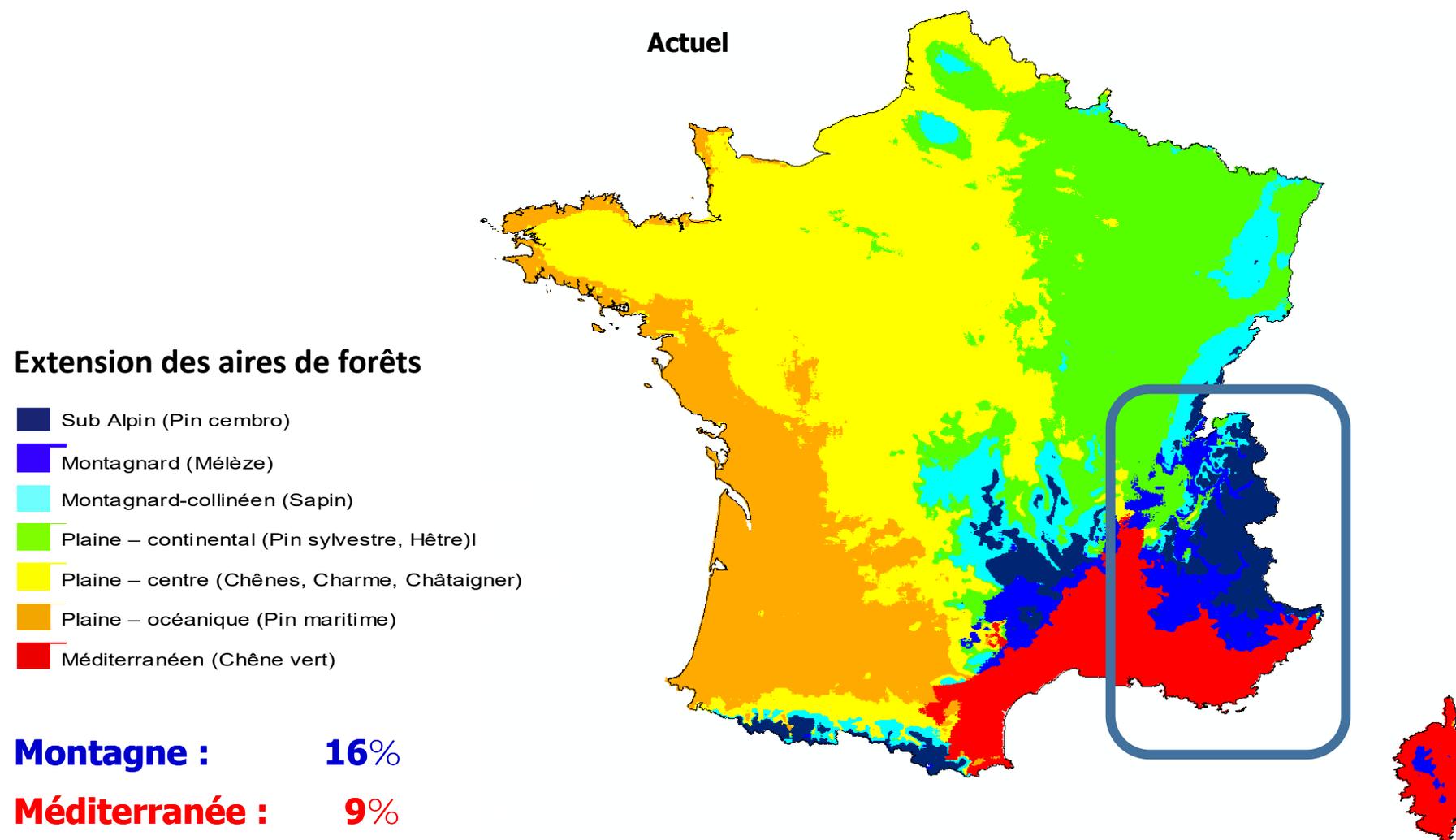
St Egrève Stade 13 aout 2003 oliviergoira

Forêt du Miollet - Champagny-en-Vanoise Savoie. Août 2003. © D. Mouchéné

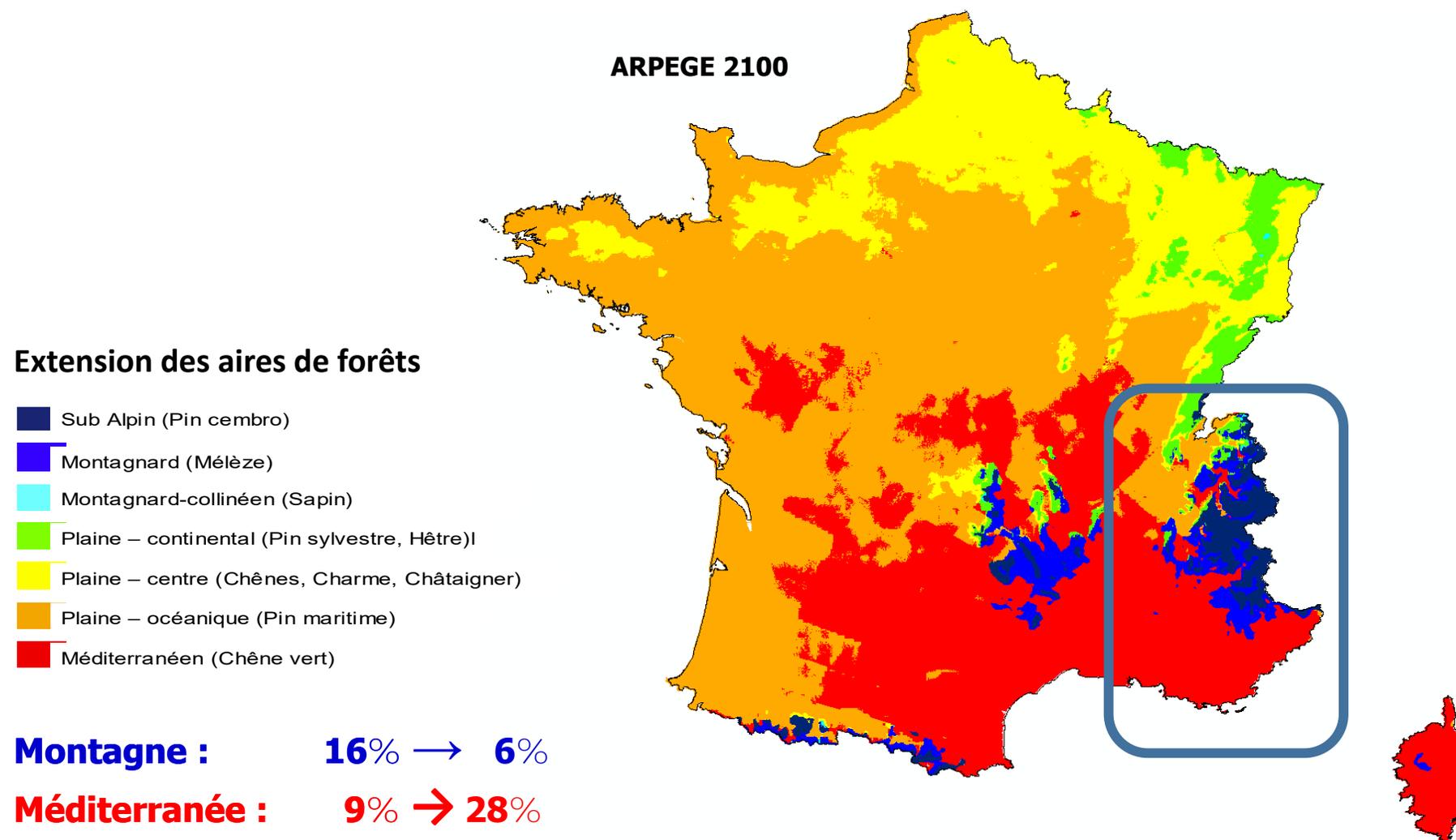
Forêt d'Epicéas (1500 m)
100 ha - 3 jours



Changements projetés dans la composition des forêts

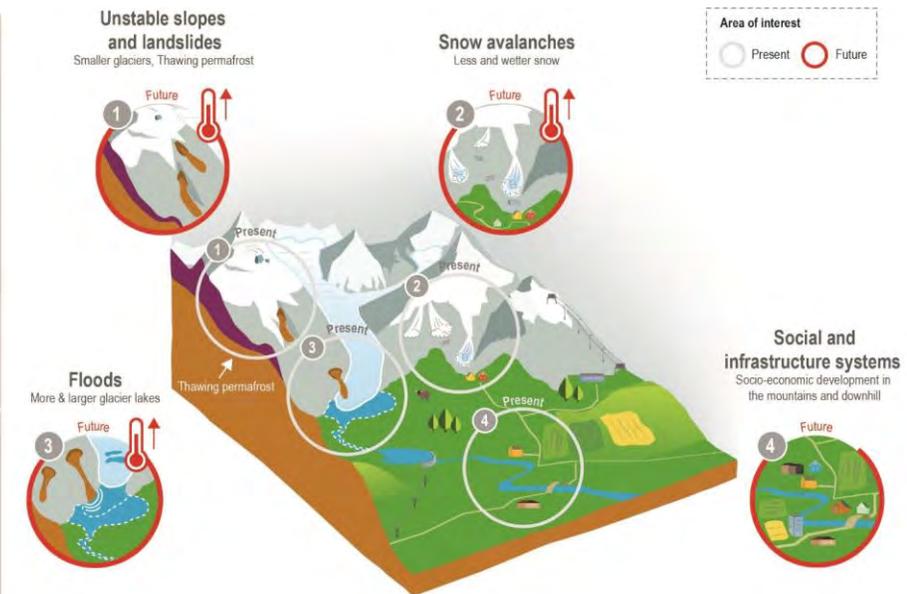
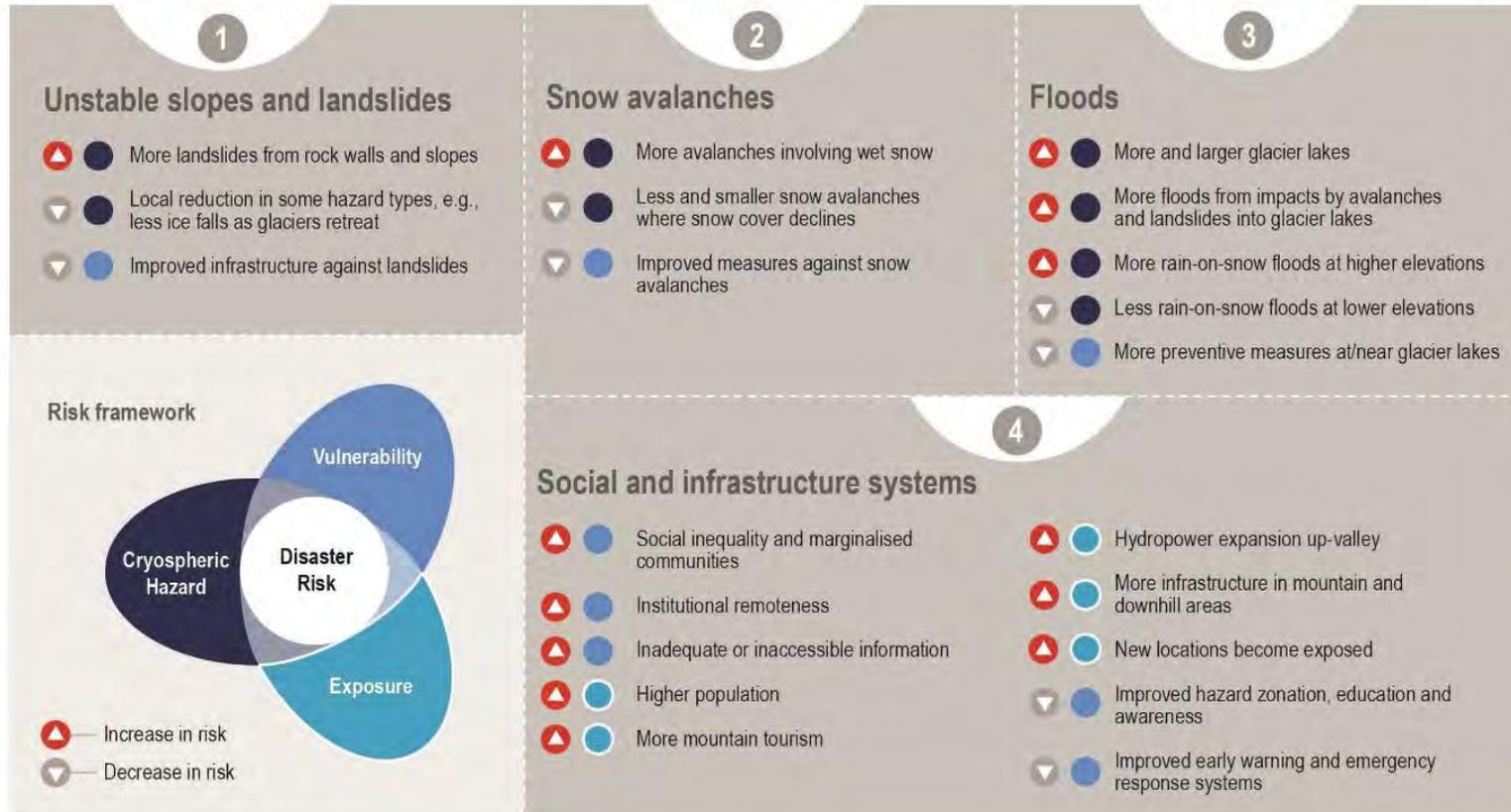


Changements projetés dans la composition des forêts

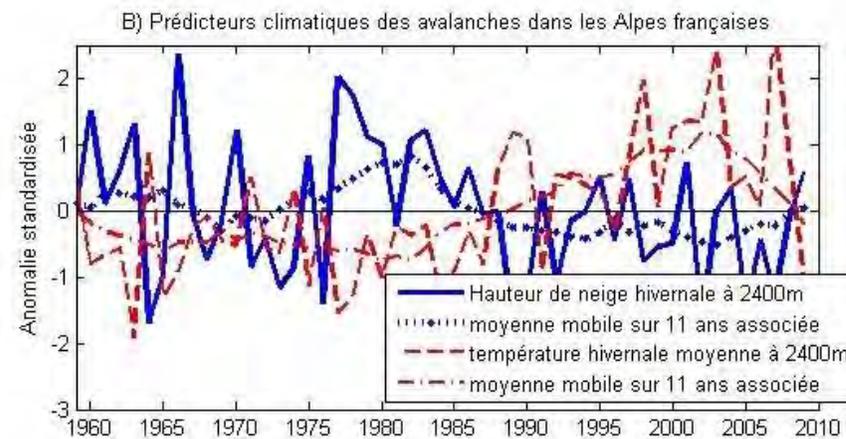
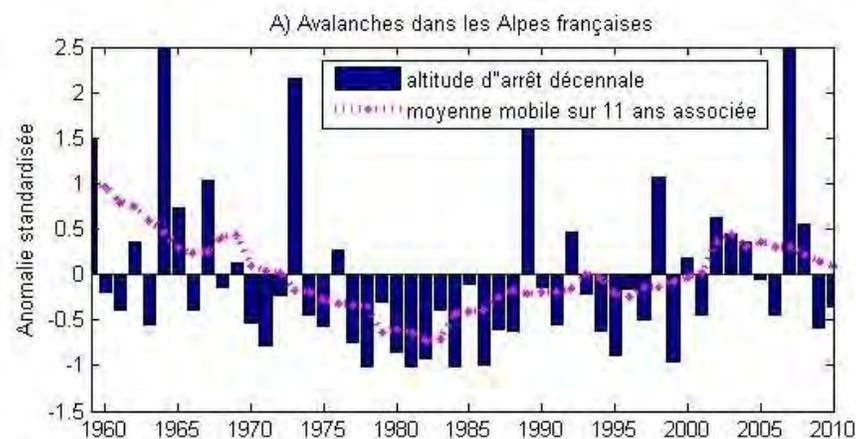


Impacts sur les risques naturels

Rapport spécial du GIEC « Océan et cryosphère » (2019)



- A l'échelle des Alpes françaises, **l'altitude d'arrêt des avalanches est plus élevée sur la période climatique la plus récente (1980-2005)**, ce qui veut dire que **les avalanches sont de moindre intensité sur cette période**, qui correspond à une période de réchauffement climatique marquée. Les minima des altitudes d'arrêt enregistrés entre 1960 et 1980 correspondent à des hivers froids et fortement enneigés. L'influence des hivers plus froids et neigeux enregistrés depuis 1998 se distingue nettement, dans la mesure où ils sont moins fréquents.
- **Point de rupture identifié et principal paramètre de contrôle** des avalanches : autour de l'année 1977 dans les Alpes du Nord, principalement contrôlé par l'épaisseur de neige en hiver ; entre 1979 et 1984 dans les Alpes du Sud, où les tendances semblent plus fortement corrélées à la température hivernale.
- **Des évolutions différentes selon l'altitude** : en dessous de 2000 mètres, la réduction du nombre d'avalanches depuis 1980 a été drastique, alors qu'elle a récemment augmenté à haute altitude, peut-être en lien avec le possible accroissement de la variabilité climatique hivernale.



(A) **Altitude d'arrêt décennale des avalanches** dans les Alpes françaises et (B) **Facteurs nivo-météorologiques hivernaux** prédicteurs identifiés (données : Météo-France). Source : Einhorn et al., 2015 (d'après Eckert et al., 2013).



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

Articles récents (2017-2019)

Blöschl *et al.* (2017). Changing climate shifts timing of European floods, *Science*, 588–590

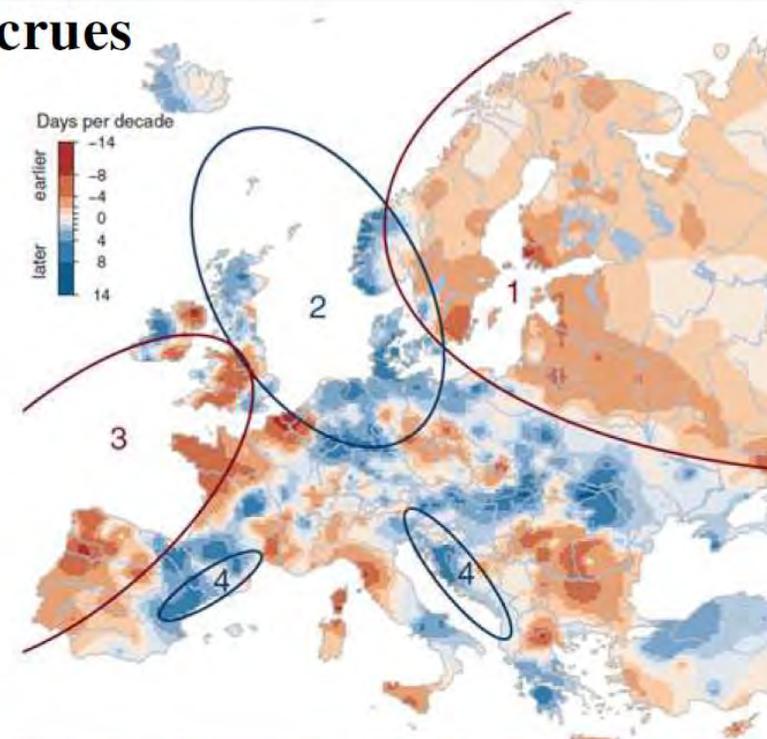
Changements dans la saisonnalité des crues

→ Utilisation de 4262 séries en Europe (1960-2010)

Effet du réchauffement du climat

- fonte nivale plus précoce (Nord-Est Europe)
augmentation des températures
- crues d'hiver plus tardives (Mer du Nord, Médit.)
réchauffement du pôle, influence Atlantique
- crues d'hiver plus précoces (Ouest Europe)
humidité des sols plus précoce

Fig. 1. Observed trends of river flood timing in Europe, 1960–2010. The color scale indicates earlier or later floods (days per decade). Regions with distinct drivers: Region 1, northeastern Europe (earlier snow-melt); region 2, North Sea (later winter storms); region 3, western Europe along the Atlantic coast (earlier soil moisture maximum); region 4, parts of the Mediterranean coast (stronger Atlantic influence in winter).





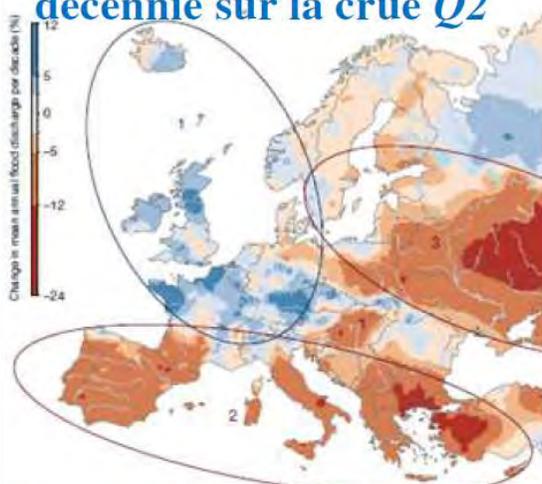
Articles récents (2017 et 2019)

Blöschl et al. (2019). Changing climate both increases and decreases European river floods, *Nature*, 573, 108-11

Changements dans l'intensité des crues

→ Utilisation de 2370 séries en Europe (1960-2010)

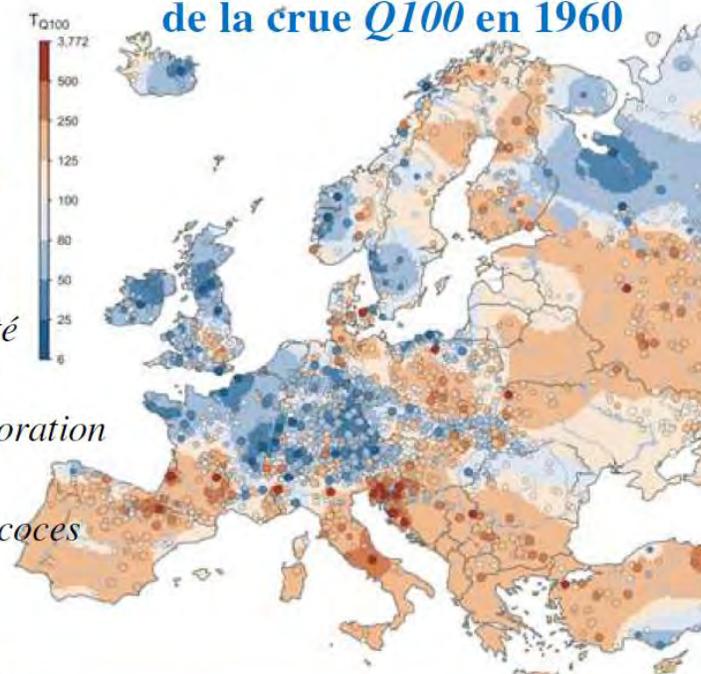
Tendance en % par décennie sur la crue Q2



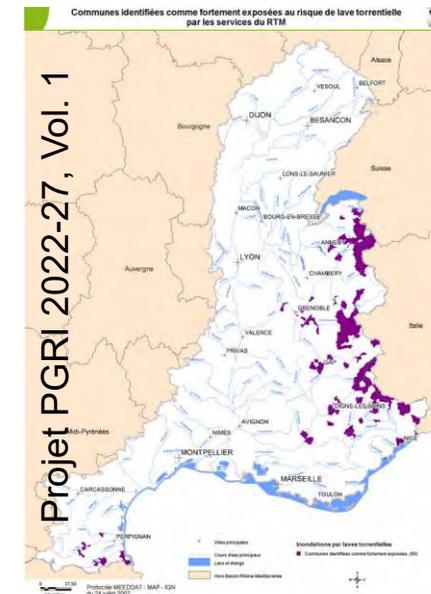
Effet du réchauffement du climat

- 1. NO: ↗
augmentation pluie et état humidité
- 2. S: ↘
baisse pluie et augmentation évaporation
- 3. E: ↘
crues nivales en baisse et plus précoces

Période de retour en 2010 de la crue Q100 en 1960



- **Déficit d'observations météorologiques et sédimentaires** pour les petits BV montagneux
- **Recrudescence apparente** des crues torrentielles dans certains secteurs depuis les années 1980 (mais 20e siècle pauvre en crues)
- Les reconstitutions sur données indirectes (dendrogéomorphologie) ne montrent **pas d'augmentation univoque**
- **Remontée en altitude des zones de départ** des laves torrentielles dans certains massifs (Ecrins, Mont Rose)
- **Augmentation fourniture en matériaux** dans certains secteurs : retrait glaciaire, dégradation du permafrost
- **Réduction fourniture en matériaux / crues faible et moyenne magnitude** (Alpes du Sud) : diminution largeur lits torrentiels (rivières torrentielles, cônes de déjection), mais ne signifie pas une diminution progressive de l'aléa ! Cf. **événements récents** à caractère extrême



Communes fortement exposées

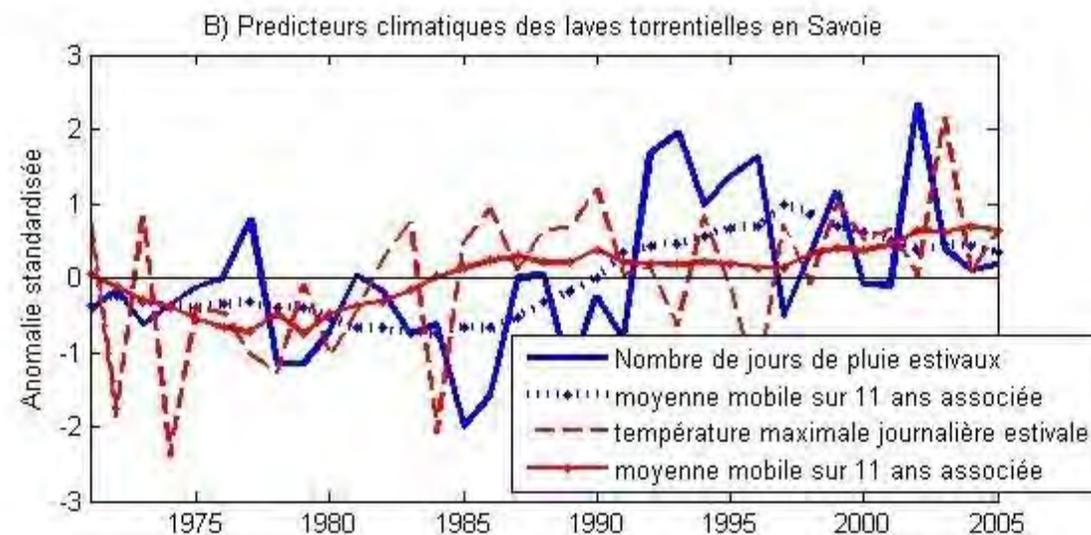
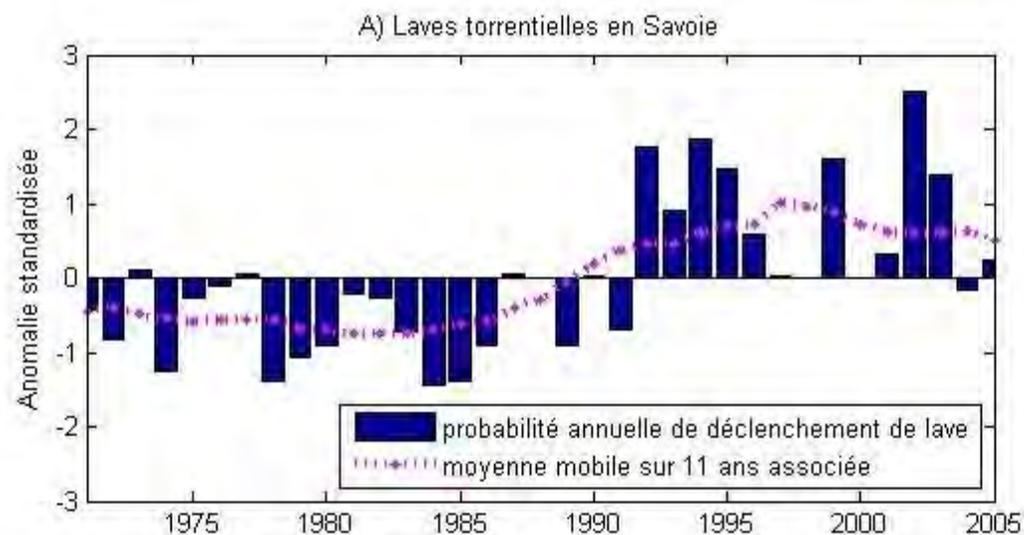


Crues des 1^{er} et 2 juil. 2019, Vallée de la Clarée



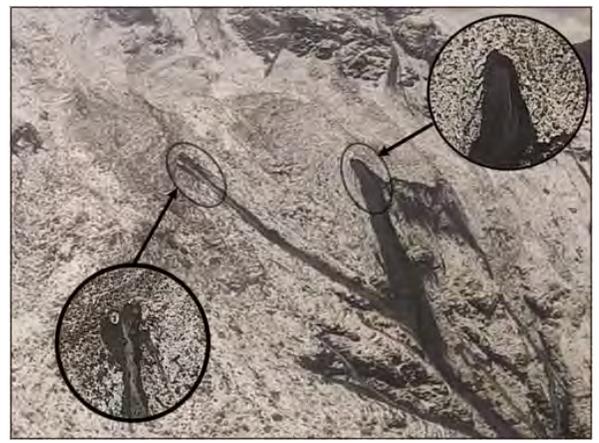
Crues du 2 oct. 2020 causées par la tempête Alex dans les Alpes Maritimes

- L'analyse statistique de plus de 500 événements répertoriés depuis 1970 dans la base de données du Service RTM a montré le **rôle essentiel joué par les variables climatiques à l'échelle régionale** dans la probabilité d'occurrence des laves torrentielles.
- Dans certains secteurs, **l'augmentation de la fréquence des laves torrentielles depuis la fin des années 1980** serait un effet du réchauffement estival, qui entrainerait plus d'effets convectifs, et donc d'orages estivaux. Dans d'autres secteurs en revanche, le contrôle de la temporalité des laves torrentielles par celle de la recharge sédimentaire paraît l'emporter sur l'influence du climat.

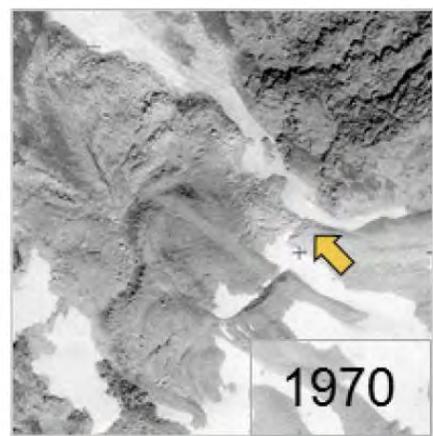
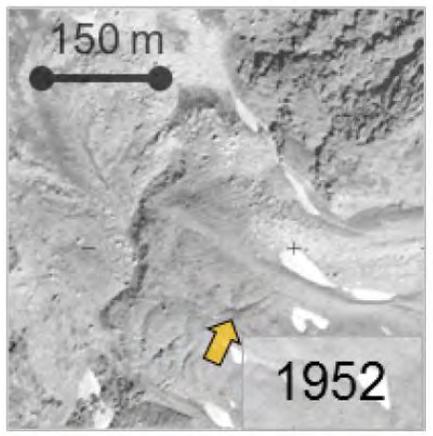


(A) **Fréquence annuelle de lave torrentielle en Savoie** (d'après Jomelli et al. 2015) et (B) **Paramètres météorologiques estivaux prédictifs identifiés** (données : Météo-France). In Einhorn et al., 2015.

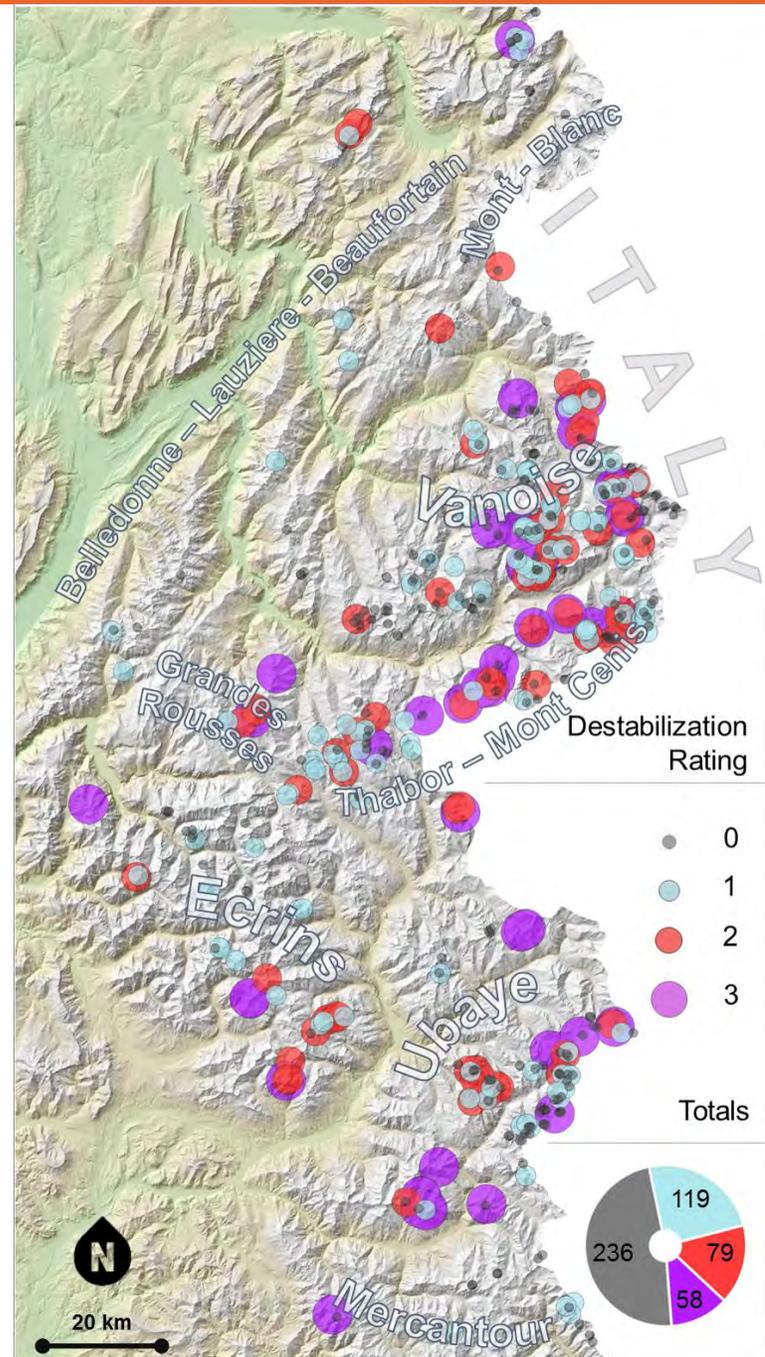
- Question de la fourniture en matériaux par les glaciers rocheux
- **Inventaire des glaciers rocheux déstabilisés** (services RTM)



Col du Lou (haute Maurienne)

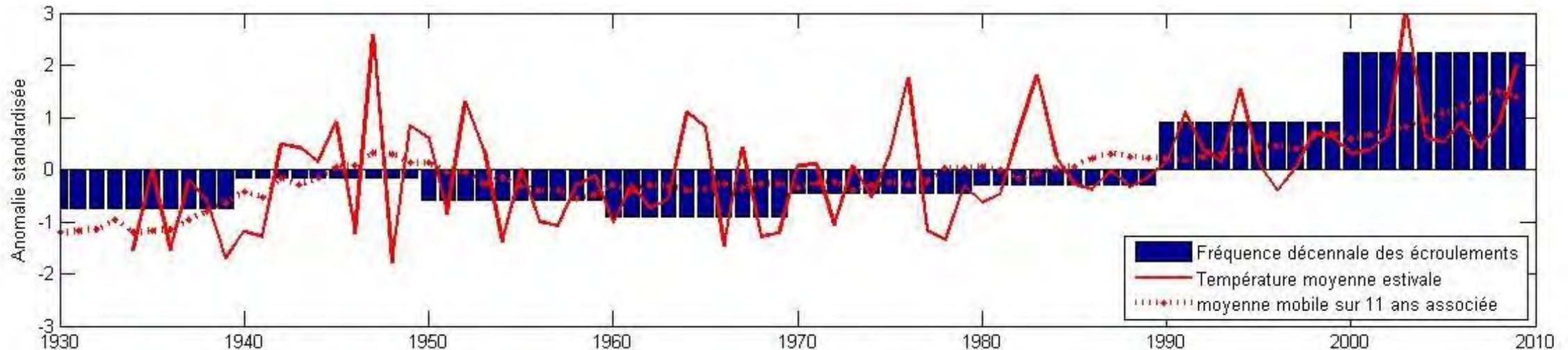


Marcer et al. 2019



Eboulements et chutes de blocs

- Forte recrudescence dans les parois rocheuses de haute altitude en raison de la **dégradation du permafrost**
- Regain d'activité constaté depuis les décennies 1990 et 2000, en particulier lors des **étés caniculaires** (2003, 2015)
- Ces phénomènes se produisent désormais dans des tranches d'altitude jusque-là non affectées (> 4000m)



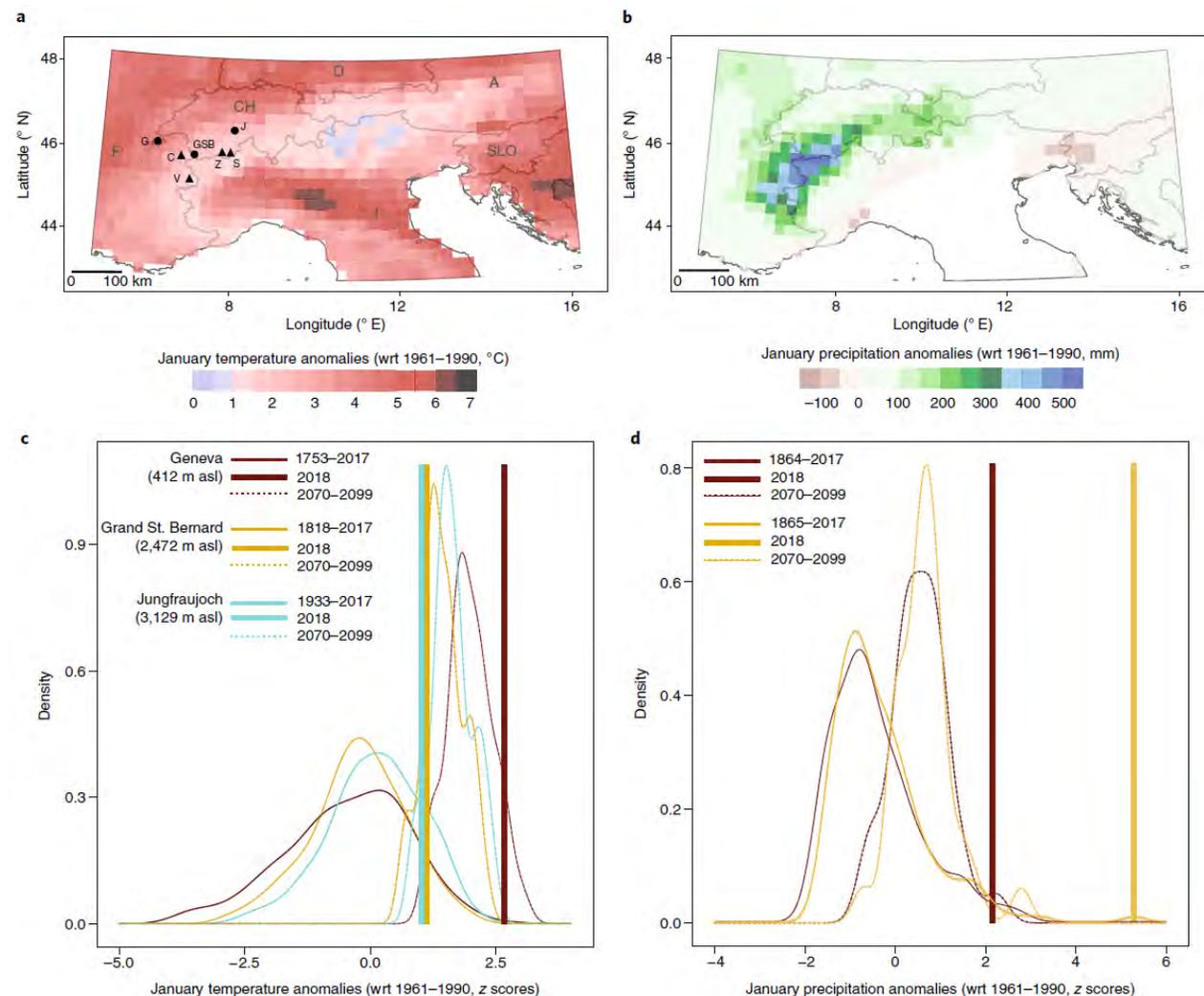
Nombre d'écroulements rocheux dans les Aiguilles de Chamonix et les Drus et anomalie de température associée à Chamonix (données : Météo-France). *Einhorn et al. 2015* (d'après *Ravanel et Deline 2011*).

Déclenchements et réactivations de grands mouvements de terrain



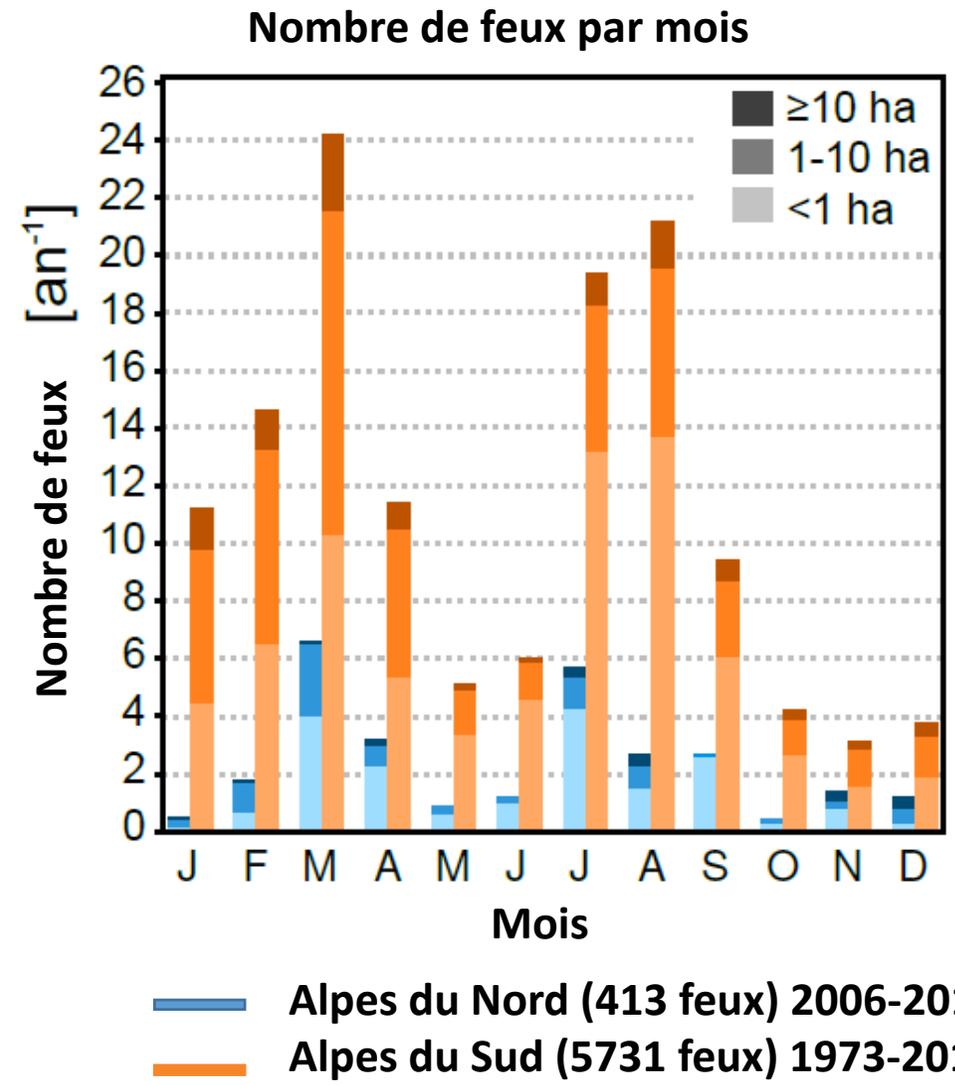
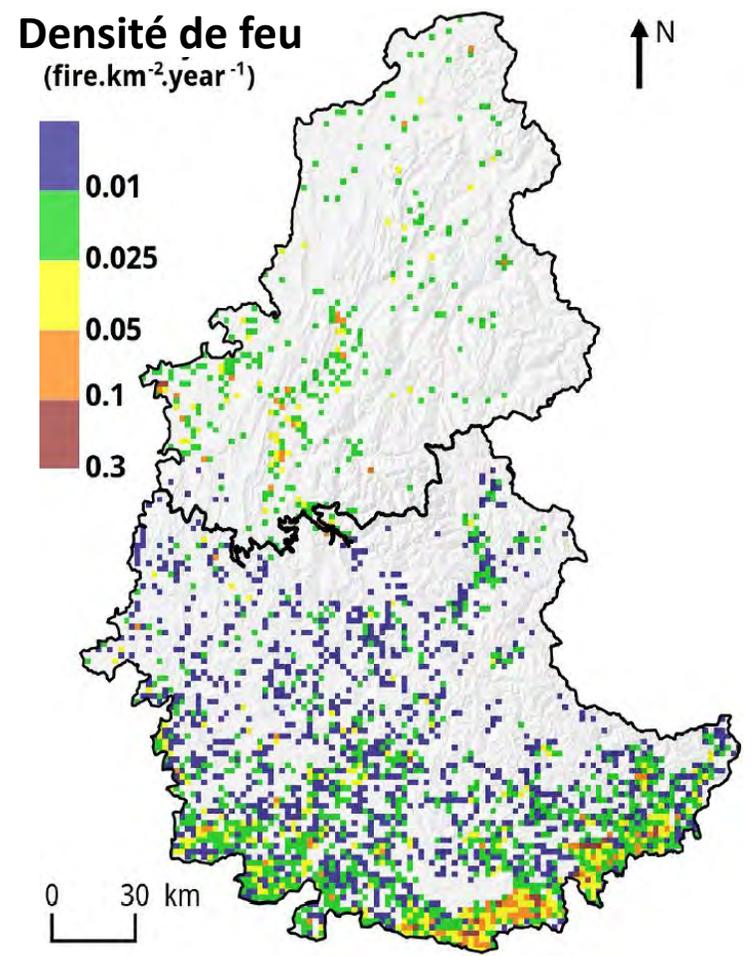
Un mois de **janvier** inhabituel : à la **limite supérieure de la distribution historique** des tempêtes, des températures et des précipitations mesurées dans les Alpes occidentales (nombreux records météorologiques)

- **Le plus chaud mesuré** : anomalies de 4 à 5°C à basse altitude et de 2 à 3 °C dans les Alpes
- **Extrêmement humide**, avec des chutes de neige inhabituelles aux plus hautes altitudes
- **Épisodes de pluie sur neige** multiples → inondations dans petits bassins versants et niveaux de débits critiques dans les rivières de montagne
- **Sols saturés d'eau** → glissements de terrains superficiels et laves torrentielles
- **Accumulation de neige** (> 5m à haute altitude) → avalanches forte intensité / faible fréquence, niveaux extrêmes de risque sur villages et voies de communication, touristes bloqués en stations

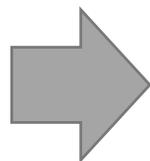


- Dans la plupart des zones montagneuses, l'augmentation de la température de l'air a entraîné une diminution de la fréquence des chutes de neige, ainsi qu'une augmentation de la proportion des **précipitations sous forme pluvieuse**.
- Ces tendances sont amenées à se poursuivre, avec de plus en plus d'événements de pluie sur neige à l'origine d'une **modification dans l'activité et dans la nature des avalanches**, ainsi que des **mouvements de terrain hivernaux**.
- Les changements projetés dans les environnements montagnards, associées aux évolutions socio-économiques, culturels et politiques seront probablement à l'origine de **conditions et de mouvements de terrain sans précédents historiques**.
- Compte tenu de l'augmentation de l'exposition des populations et des enjeux à ces aléas naturels dans les régions de montagne, les enseignements tirés des événements de janvier 2018 peuvent aider les autorités à **prévenir ces risques émergents**.

État des lieux



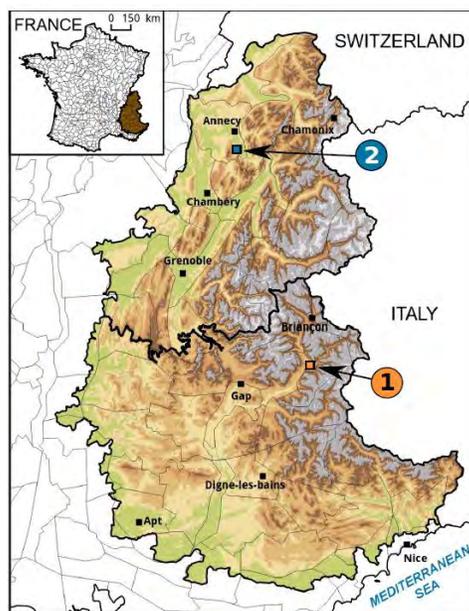
Evolution spatio-temporelle de l'aléa feu-météo (1959-2015)



Fine fuel moisture code (FFMC)
Facilité d'ignition

Fire weather index (FWI)
Intensité du feu

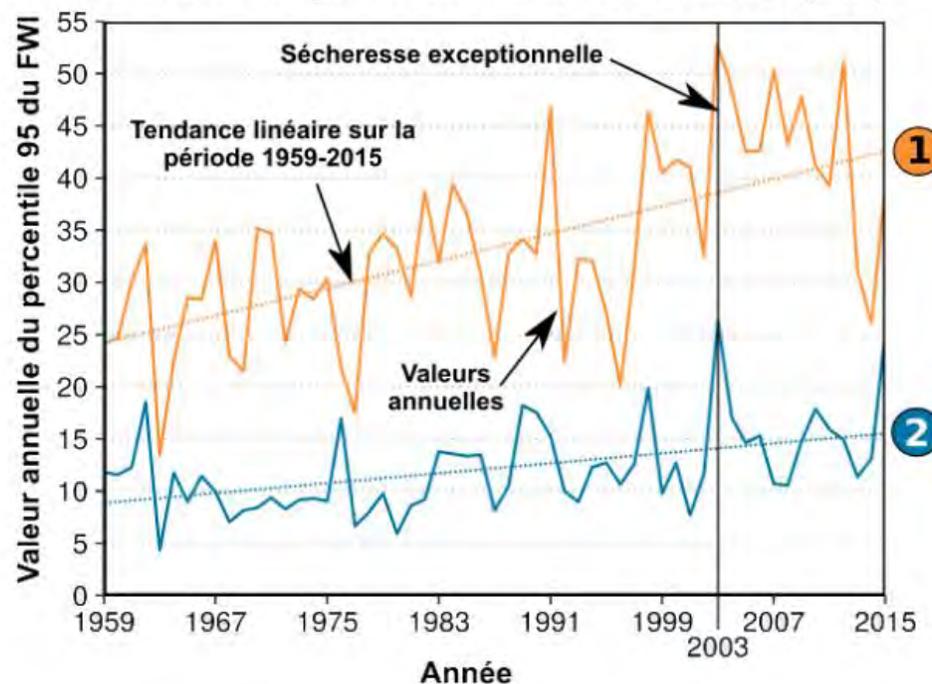
Safran donnée horaire
1959-2015



MNT - BDAIlti®



Evolution temporelle de l'indice forêt météo (FWI)

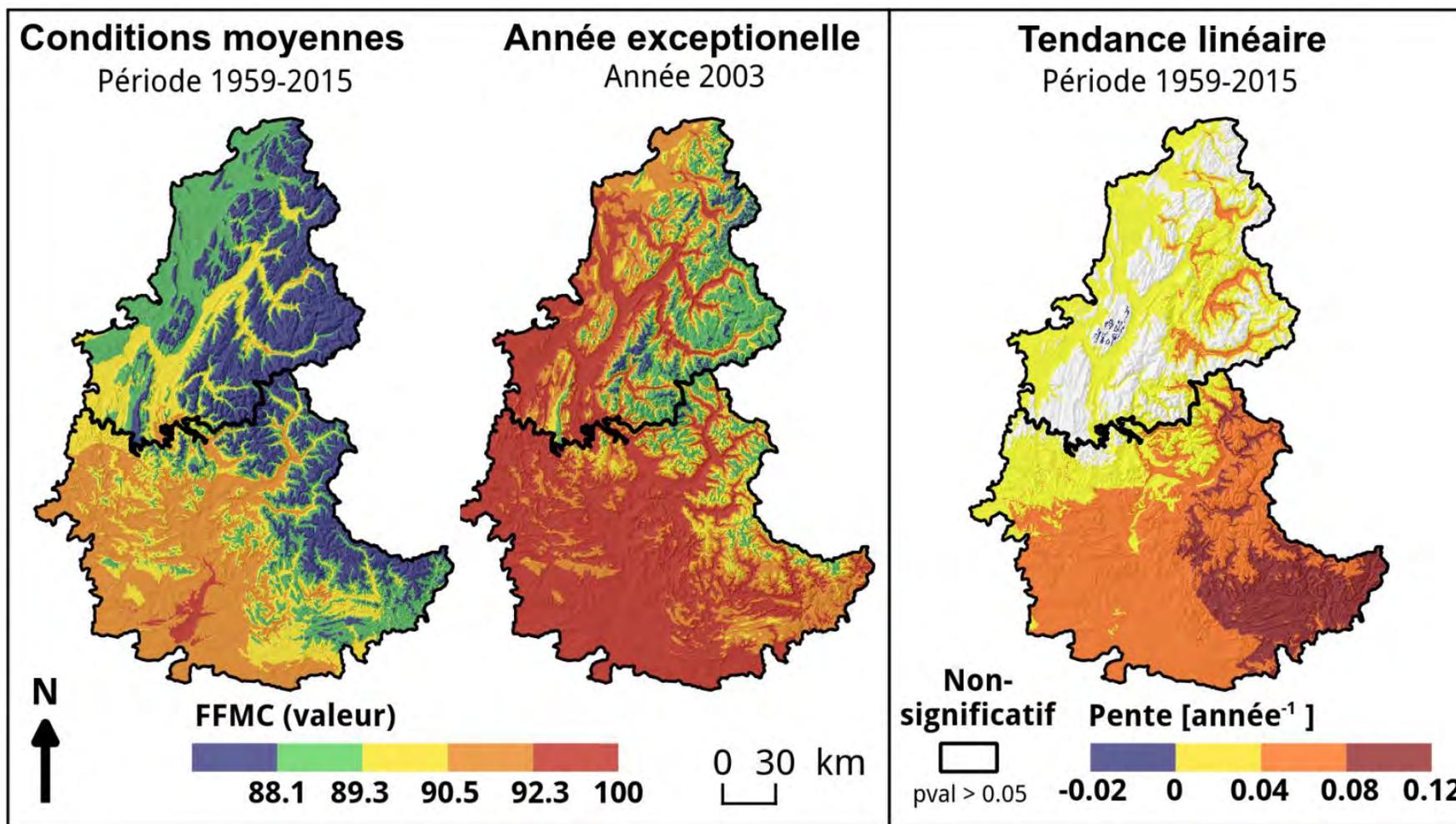


Pour chaque pixel de 25 x 25 m :

- Calcul de FWI/FFMC selon 3 scénarios
- Calcul de la tendance temporelle linéaire

- ☀ *Été moyen (1959-2015)*
- 🌡 *Été caniculaire (2003)*
- ❄ *Saison froide (1959-2015)*

Evolution spatio-temporelle de l'aléa feu-météo (1959-2015)



Risques d'origine glaciaire

- Chutes de séracs / ruptures de glacier
- Vidanges lacs pro-/supra- glaciaires
- Vidanges poches intra- / sous-glaciaires

ex. : Tacconnaz, Grandes Jorasses, Planpincieux...

ex. : Arsine (1986), Rochemelon (2004-2005)...

ex. : Tête Rousse (1892 + depuis 2008)



18 sept. 2004 (cliché L. Mercalli)



22 Août 2004
(cliché M. Caplain)

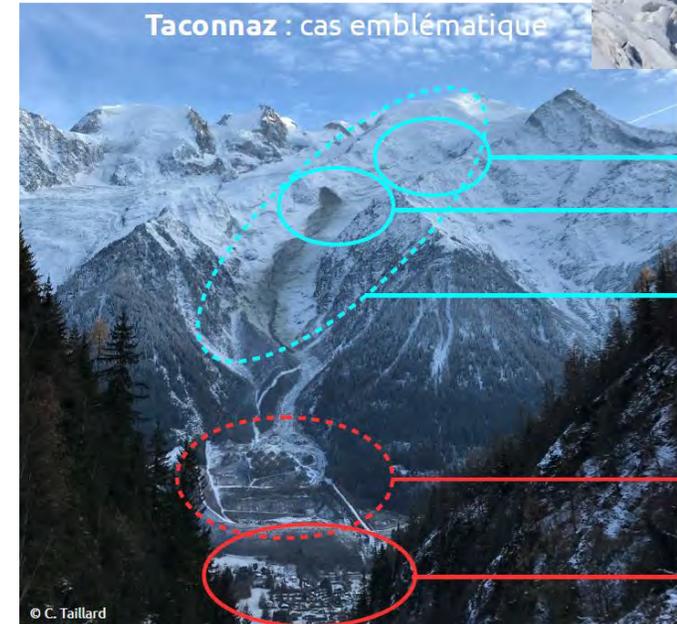


Août 2006 (cliché P. Macabiès)

Vidange contrôlée du lac de Rochemelon



Catastrophe de Tête Rousse (1892)



Tacconnaz : cas emblématique

Séracs

Parois

Neige

Ouvrages

Enjeux

Séracs du glacier de Tacconnaz



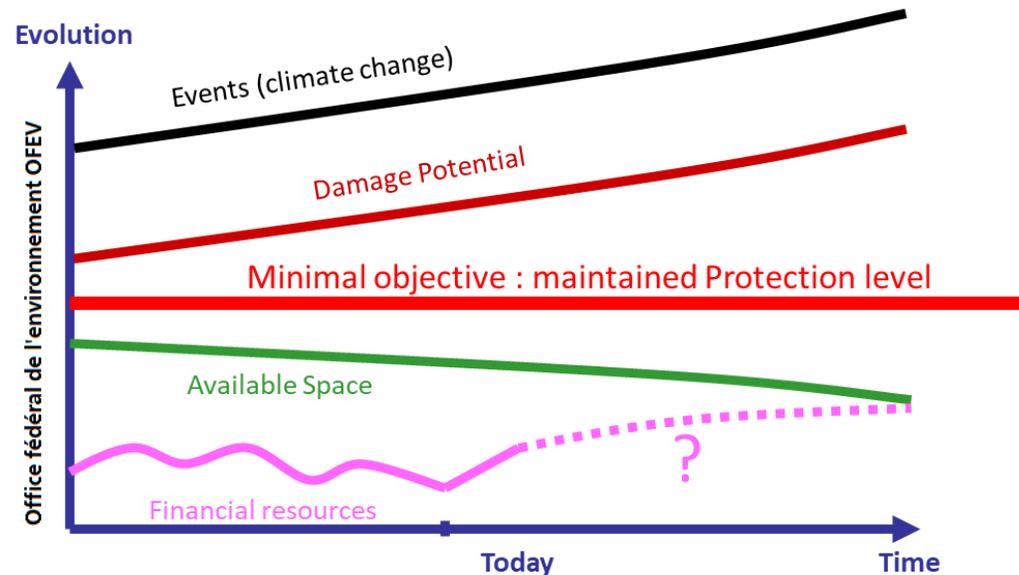
Conclusions

- Les données d'observation existantes permettent de procéder à des analyses de corrélation, qui ne révèlent **pas de tendance généralisée** concernant les risques naturels en montagne.
- **Cependant, des signes locaux, voire régionaux, de changement** sont perceptibles : remontée des glaciers modifiant les conditions d'érosion des hautes vallées et provoquant notamment une recrudescence des éboulements en altitude durant les étés chauds, remontée en altitude des zones de départ de laves torrentielles, fonte des glaciers générant la déstabilisation de glaciers et de massifs rocheux et la formation de lacs et de poches d'eau glaciaires, problèmes liés à la dégradation du permafrost (instabilité des terrains et infrastructures, fourniture sédimentaire accrue), augmentation de la proportion d'avalanches de neige humide, décalage des pics de crues de fonte nivale et glaciaire, apparition du risque feux de forêt dans de nouvelles zones de montagne...
- Ces changements observés sont d'autant plus visibles que leurs **conditions de prédisposition et de déclenchement sont directement liées aux effets de la température**, en particulier du fait de l'évolution rapide de la cryosphère (retrait des glaciers, dégradation du permafrost et modification de l'enneigement). Les changements dans les précipitations sont plus hétérogènes, et celles-ci souffrent d'un déficit d'observation en altitude, mais des tendances apparaissent aussi dans les **précipitations extrêmes**.
- Ces phénomènes, aujourd'hui locaux, ou observés sur des secteurs restreints, **pourraient être les prémisses de changements ultérieurs plus importants** induits par la poursuite du réchauffement prévue par les modèles climatiques

Stratégies d'adaptation de la gestion des risques

Orientations pour l'adaptation locale de la gestion des risques

Stratégie et objectif de protection (& gestion du risque résiduel)



La gestion intégrée renforce les capacités d'adaptation :

Stratégie proactive de réduction des risques combinant des mesures organisationnelles structurelles et non structurelles, tout en cherchant la meilleure manière de les associer

Les quatre stades d'un processus d'adaptation :

1. évaluation des impacts, des vulnérabilités et des risques
2. planification de l'adaptation
3. mise en place des mesures d'adaptation
4. contrôle et évaluation des interventions d'adaptation





Groupe d'Action 8

« Améliorer la gestion des risques et mieux gérer le changement climatique, notamment par la prévention des risques naturels de grande ampleur »

Membres français du GA8 :

PARN, Univ. Franche-Comté, DREAL PACA, ANCT

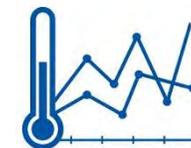
Priorité thématique de la présidence française :
« Préserver la biodiversité et prévenir les risques naturels » (chef de file : Région PACA et Etat) :

- Développer des actions pour pallier l'impact du CC et anticiper ses évolutions
- Prévenir les risques naturels pour maintenir la population et favoriser le développement économique en créant des instruments de gouvernance adaptés



Actions :

- Promouvoir les utilités des forêts de montagne et de la sylviculture durable pour préserver la biodiversité et prévenir les risques → **Solutions Fondées sur la Nature**
- Constituer un réseau des **territoires engagés dans une démarche de GIRN**



Objectifs et résultats du GA8

- Stocktaking of relevant actors and interests, mapping and enhancing **governance structures and processes** in the policy fields of risk/hazard management and climate change adaptation.
- Improving risk and adaptation governance mechanisms in the EUSALP region by enhancing, valorizing and leveraging the existing **cooperation structures**.
- Identification of **good practice solutions** in tackling challenges in natural hazard and climate change adaptation policy.
- Promoting, developing and implementing local, regional and international **pilot projects and programs** based on strategic priorities, and exploring funding opportunities on both EU as well as national/regional/private levels.

Reports & Policy papers:

- “Beyond the expected - Dealing with cases of overload and the residual risk of natural hazards in the Alpine region” (2018)
- “Dealing with Disaster Risk: The risk governance approach - A status quo analysis“ (2019)
- “Mainstreaming CCA and DRR in the Alpine Macro-Region” (2019)
- “Forest Fires in the Alps – State of knowledge and further challenges” (2019)

Tools:

- CAPA: “Climate Adaptation Platform for the Alps”

International conferences:

- “Forest Summit: Protective.Forest.Climate”, Innsbruck (Oct. 2017)
- “Cooperation in Natural Hazard Management”, European Forum Alpbach (Aug. 2018)
- “Protective functions of forests in a changing climate” with the FAO, Innsbruck (Oct. 2019)
- “Climate-Risks-Energy”, Chamonix (30th Sept. and 1st Oct. 2020)





Prévention

Sensibilisation des populations
Développement de la culture
et mémoire du risque
Anticipation et préparation
à la gestion des évènements

ÉVÉNEMENT DOMMAGEABLE

Gestion d'événements

Actions cohérentes
et coordonnées
entre tous les acteurs
et intervenants de la gestion
de crise

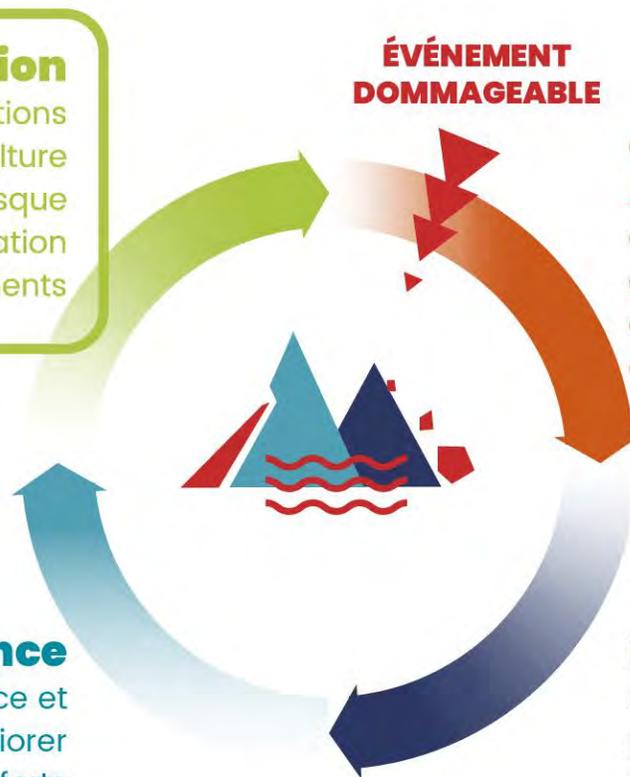


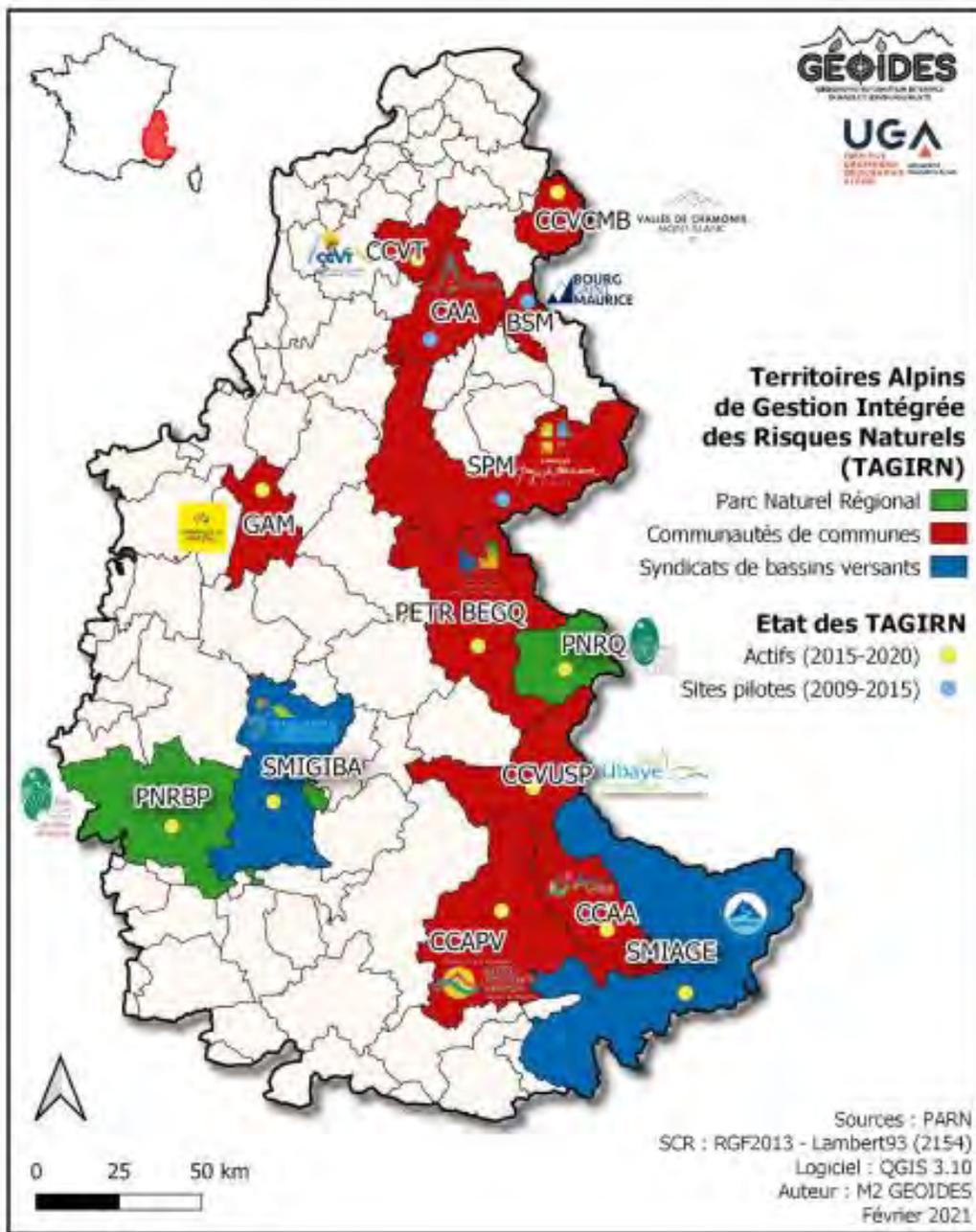
Retour d'expérience

Capitalisation d'expérience et
analyse de points à améliorer
et des points forts
de la gestion de crise

Retour à la normale

Mise en place d'actions
permettant un retour à la normale
le plus rapidement possible
(ex. : réouverture d'une route)





Programmes d'actions pluriannuels :

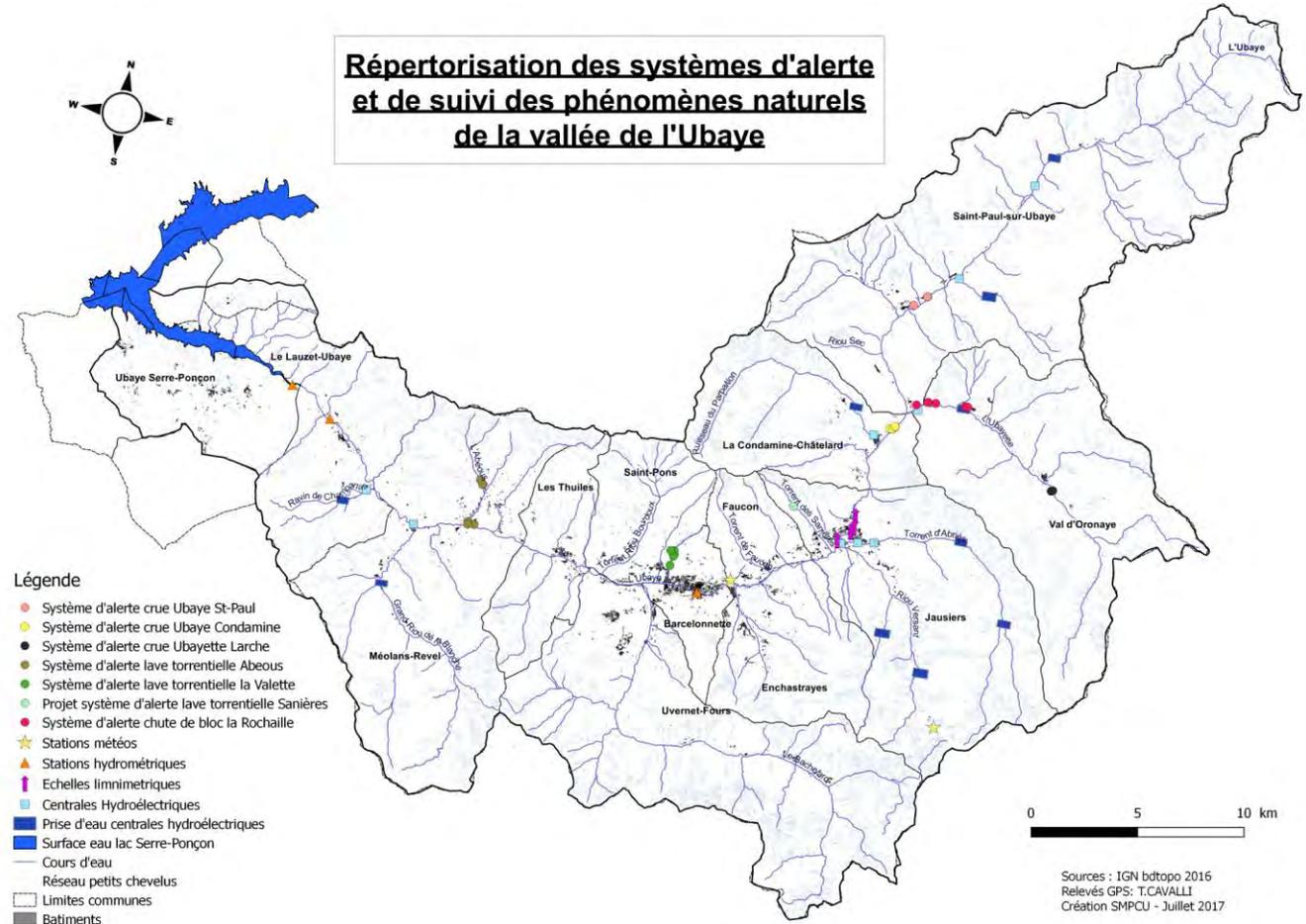
- Connaissance des risques et diagnostic territorial
- Organisation de la gestion intégrée des risques
- Systèmes de suivi et de surveillance
- Systèmes d'alerte et dispositifs de gestion de crise
- Information, sensibilisation, communication, formation
- Gestion des dispositifs de protection
- Développement transversal de la GIRN sur le massif alpin

Soutiens

Le TAGIRN Communauté de Communes de la Vallée de l'Ubaye Serre-Ponçon

Objectifs du programme

- **Installation d'un système d'alerte globale**
 - Détection des crues et multirisques ;
 - Outil d'alerte aux populations intégrant les dernières évolutions technologiques et permettant de prendre en compte les populations locales et touristiques.
- **Etat des lieux multirisques** sur le bassin de l'Ubaye, diagnostic complémentaire aux évaluations du risque inondation sur les principaux affluents.
- Déploiement d'une **organisation intercommunale de gestion** de crise qui permette d'optimiser et coordonner les dispositifs communaux existants.
- Animation d'une **politique d'information préventive proactive**, ciblée et adaptée.
- **Recrutement d'un chargé de mission GIRN** pour mettre en œuvre le programme d'action du territoire.



Le TAGIRN Grenoble-Alpes-Métropole

1. Améliorer la connaissance des aléas, leur prévention et leur gestion

- Amélioration de la prévision des crues torrentielles ;
- Amélioration de la connaissance de l'aléa torrentiel ;
- Changement climatique et feux de forêt.

2. Réduire la vulnérabilité et développer la résilience

- Etude d'adaptation et de faisabilité du renouvellement urbain et des projets face aux risques ;
- Amélioration de la connaissance de la vulnérabilité.

3. Améliorer la gestion des crises et la sauvegarde des populations

- Réponse au sur-aléa rupture de digues en gestion de crise ;
- Effets dominos d'un séisme : priorisation des actions de sauvegarde.

4. Développer la culture du risque des populations

- Développement de la culture du risque et des bons réflexes : action culturelle, outil 3D, parcours thématique...

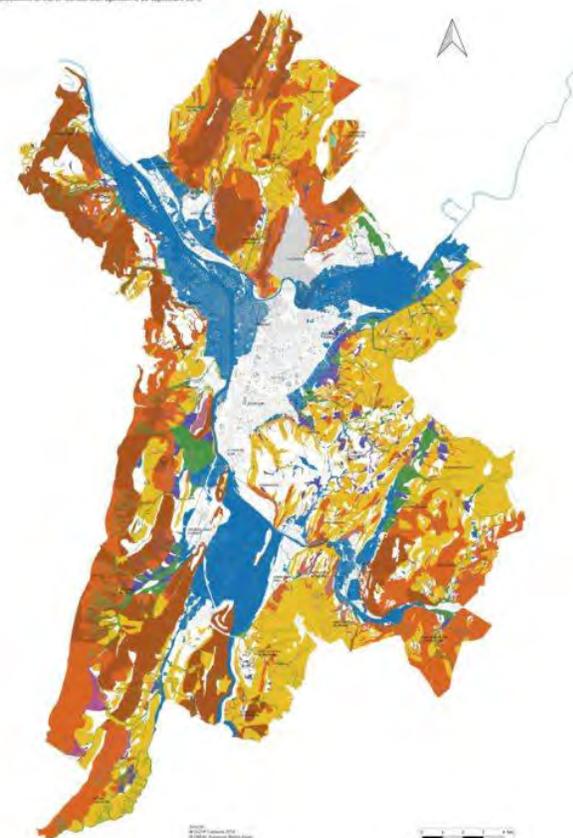
5. Communiquer sur les risques

- Communication sur les risques et la résilience : faire comprendre la stratégie métropolitaine en matière de gestion des risques (plan de communication, support : page web, panneaux, balades commentées, réunions...).

6. Devenir un territoire moteur et diffuser l'expérience à l'échelle du massif



Document arrêté en Conseil Métropolitain le 28 septembre 2018



PLAN DE SYNTHÈSE DES ALÉAS



ALEAS (RISQUES NATURELS)

ALEAS HYDRAULIQUES

- Inondation de plaine et crues rapides des rivières
- Inondation par remontée de nappe
- Crues des torrents et rivières torrentielles
- Ruissellement sur versant et ravinement

ALEAS GRAVITAIRES

- Avalanches
- Affaissements, effondrements et suffosion (hors mines)
- Eboulements, chutes de pierres et de blocs
- Glissements de terrain

- Multirisques (présence de plusieurs aléas sur un même secteur)

/// Connaissance du risque en cours d'évaluation

LIMITES ADMINISTRATIVES

- COMMUNALE
- BÂTIMENT
- COURS D'EAU

Pour connaître l'ensemble des prescriptions réglementaires, il convient de se reporter à l'ensemble des plans répertoriés de A à J ainsi qu'au règlement graphique.



Le TAGIRN Syndicat Mixte Inondations Aménagement et Gestion de l'Eau maralpin

Bilan 2020 :

- **Outil PREDICT mis à disposition de toutes les communes du territoire.** Déploiement de l'outil de main courante dynamique, formations et exercices réalisés en 2020 pour 47 communes. L'outil permet de sensibiliser les communes à la nécessité du PCS, propose un appui temps réel des communes, un conseil de mise en oeuvre du PCS, et des Retex post crise ;
- **Outil GEDICOM. Automate d'appel téléphonique.** 50 communes équipées à ce jour, 20 communes en cours d'adhésion suite à la tempête Alex ;
- **Exercice de Gestion de crise** – Bévéra et Roya. Réalisé le 17 septembre 2020 sur un scénario de crues extrêmes. Partenariats avec Préfecture, EDF, SDA et SDIS 06. Formations des nouveaux élus, formation GEDICOM et GECOS.

Actions planifiées en 2021

- **FORMATIONS** à poursuivre pour l'appropriation des outils GEDICOM et PREDICT : • Evolution des outils pour intégrer les enveloppes d'inondation de la tempête ; • Mise à jour des données PCS, Plans d'action inondations, DICRIM ; • Mise à jour listes d'appels, sectorisation par quartiers sensibles, prise en main de l'outil ; • Montée en compétence des équipes SMIAGE en appui des ingénieurs PREDICT.
- **EXERCICES** prévus sur le bassin versant du Loup et de la Brague. Création d'exercices internes et test des outils.

Focus sur la tempête Alex et l'utilisation des outils

- **Avant l'évènement** : envoi d'un bulletin de mise en préalerte par le SMIAGE, contenant prévi Météo France, et synthèse des analyses hydrométéorologiques sur le territoire, rappel des numéros des astreintes SMIAGE et passage en « soyez-vigilants » par Vigie PREDICT.
- **Echanges pendant la crise** : 130 appels entre le SMIAGE et la vigie PREDICT sur 65 municipalités. Utilisation de l'outil Gedicom par quelques communes : manque de prise en main de l'outil. Toutefois, la commune de Tende par exemple a alerté l'ensemble de sa population plus de 10h avant la crue. La commune de Roquebillière s'est servie du plan d'action inondations papier (Carte A0) pour mettre en sécurité 180 personnes situées dans l'enveloppe d'inondation potentielle.
- **Post-crise** : 44 retours d'expérience réalisés en direct avec les communes, 5 en présentiel, 39 par téléphone.

TAGIRN TERRITOIRES ALPINS DE GESTION INTÉGRÉE DES RISQUES NATURELS

Une politique de gestion des risques naturels adaptée aux territoires de montagne

TAGIRN TERRITOIRES ALPINS

INSPIREZ-VOUS D'ACTIONS CONCRÈTES POUR DEVENIR RÉSILIENT

Pôle Alpin Risques Naturels

EDUCATION & INFORMATION PRÉVENTIVE

Pôle d'Equilibre Territorial et Rural Briançonnais, Ecrins, Guillestrois-Queyras (PETR BEGQ)

37 communes | 35 600 habitants

Parcours et visites autour de la crue torrentielle du Bez

Chaque été, en partenariat avec l'office du tourisme de Serre Chevalier Vallée Briançon, des visites sont organisées autour de 10 panneaux thématiques reprenant les témoignages et photos de l'événement qui s'est déroulé sur le Bez en 1995 en y associant une lecture de paysage. Cette action destinée aux populations locale et touristique, tient un discours non-anxiogène, pédagogique et permet d'aborder la gestion des risques naturels de façon décomplexée et vivante en apportant des réponses concrètes.

Credit photo : PETR Briançonnais, Ecrins, Guillestrois-Queyras

Grenoble Alpes Métropole (GAM)

49 communes | 450 000 habitants

Vidéos pédagogiques en 3D

Parmi les actions réalisées, on compte notamment la réalisation de vidéos pédagogiques en 3D. Cette modélisation de l'ensemble du territoire de la métropole grenobloise affiche les secteurs exposés aux aléas naturels et indique les différents niveaux d'aléas. Ces vidéos reprennent également des explications sur les aléas, les moyens d'adaptation possibles, les actions réalisées par la collectivité pour faire face aux risques et les bons réflexes à avoir à l'échelle individuelle face à ces situations.

Credit photos : Mayane - Grenoble-Alpes Métropole

La stratégie de développement de la culture du risque mise en œuvre par la métropole de Grenoble est basée sur une communication innovante qui s'adresse à la population permanente du territoire comme aux personnes de passage.

Communauté de communes Alpes Provence Verdon (CCAPV)

41 communes | 11 500 habitants

Diagnostic de vulnérabilité

Bien plus qu'une simple approche quantitative des risques communaux, ce travail centré sur les enjeux, la vulnérabilité et la capacité des territoires à agir face aux risques naturels, a permis de déterminer un programme d'actions concrètes et adaptées. Il a également contribué à la sensibilisation des élus territoriaux sur cette thématique.

Credit photo : CCAPV

Communauté de Communes de la Vallée de Chamonix Mont-Blanc (CCVCMB)

4 communes | 13 345 habitants

Guide méthodologique pour assurer un diagnostic simplifié des ouvrages de protection des communes

Ce travail a débuté par un inventaire de l'ensemble des ouvrages puis la recherche des propriétaires de chacun d'eux. Dans un second temps un guide méthodologique a été rédigé dans l'objectif de mettre en place une politique d'inspection et de gestion de ce patrimoine dans le but de garantir le bon état de fonctionnement des ouvrages et donc la sécurité des enjeux situés à l'aval. Un fort enjeu juridique a également poussé à la réalisation de cette action.

Credit photo : CCVCMB

37 communes

40 000 habitants



Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales (PNRBP)

Mise en sécurité DFCI du Massif de Pierrelongue

Basée sur de la concertation, cette action a permis l'identification par les communes elles-mêmes des aménagements de Défense de la Forêt Contre les Incendies -DFCI (pistes et citernes) qu'elles souhaitent. Ensuite, une analyse technique et financière de ces propositions par un prestataire externe a été réalisée. Enfin, les communes ont pris des délibérations pour la réalisation des travaux. La DDT (service des forêts) et le SDIS ont été associés tout au long du projet pour s'assurer du caractère DFCI

des aménagements et garantir leur éligibilité aux financements publics.



Crédit photo : PNRBP

13 communes

7 500 habitants



Communauté de Communes de la Vallée de l'Ubaye Serre-Ponçon (CCVUSP)

Etude initiale pour le développement de la détection des aléas naturels en vallée de l'Ubaye

Cette étude bibliographique s'appuie non seulement sur un état des lieux pour mettre en évidence les aléas du territoire non suivis par des systèmes de détection et d'alerte, mais aussi sur des témoignages d'élus locaux. Les derniers éléments en termes d'équipements matériels et de techniques de suivi ont été recensés auprès des universités, services de l'état et prestataires privés. Des propositions d'aménagement ont été formalisées pour développer l'équipement de la vallée, en intégrant la question de la pérennité du système (maintenance, coût de fonctionnement, etc.). Cette action s'est faite avec les acteurs de la gestion des risques

naturels du territoire et reste à partager plus largement au sein des collectivités du bassin de risque.



Crédit photo : CCVUSP

183 communes

10 communautés de communes

1,1 Million d'habitants



Syndicat Mixte Inondations Aménagement et Gestion de l'Eau maralpin (SMIAGE)

Appui à la gestion de crise et système d'appel de masse

Par le biais deux prestations (appui à la gestion de crise et système d'appel téléphonique de masse), le territoire met à disposition de l'ensemble de ses communes des outils permettant d'appréhender la gestion de crise adaptée à l'échelle communale, et d'alerter de façon ciblée la population de la survenue d'un événement. En parallèle, le SMIAGE assure le lien entre les prestataires et les communes et participe à la formation des élus.



Crédit photo : SMIAGE

11 communes

2 500 habitants



Parc Naturel Régional du Queyras (PNRQ)

Etude historique sur les inondations et l'aménagement du territoire dans le bassin versant du Guil sur les 3 derniers siècles

Les crues du Guil sont analysées à travers différents sujets en lien avec la gestion de ces événements, l'aménagement du territoire, la culture du risque et la mémoire des habitants.

Cette étude comprend plusieurs objectifs : (1) établir un récit historique partagé des crues, (2) replacer l'eau et les crues dans la structuration et



Crédit photo : PNRQ

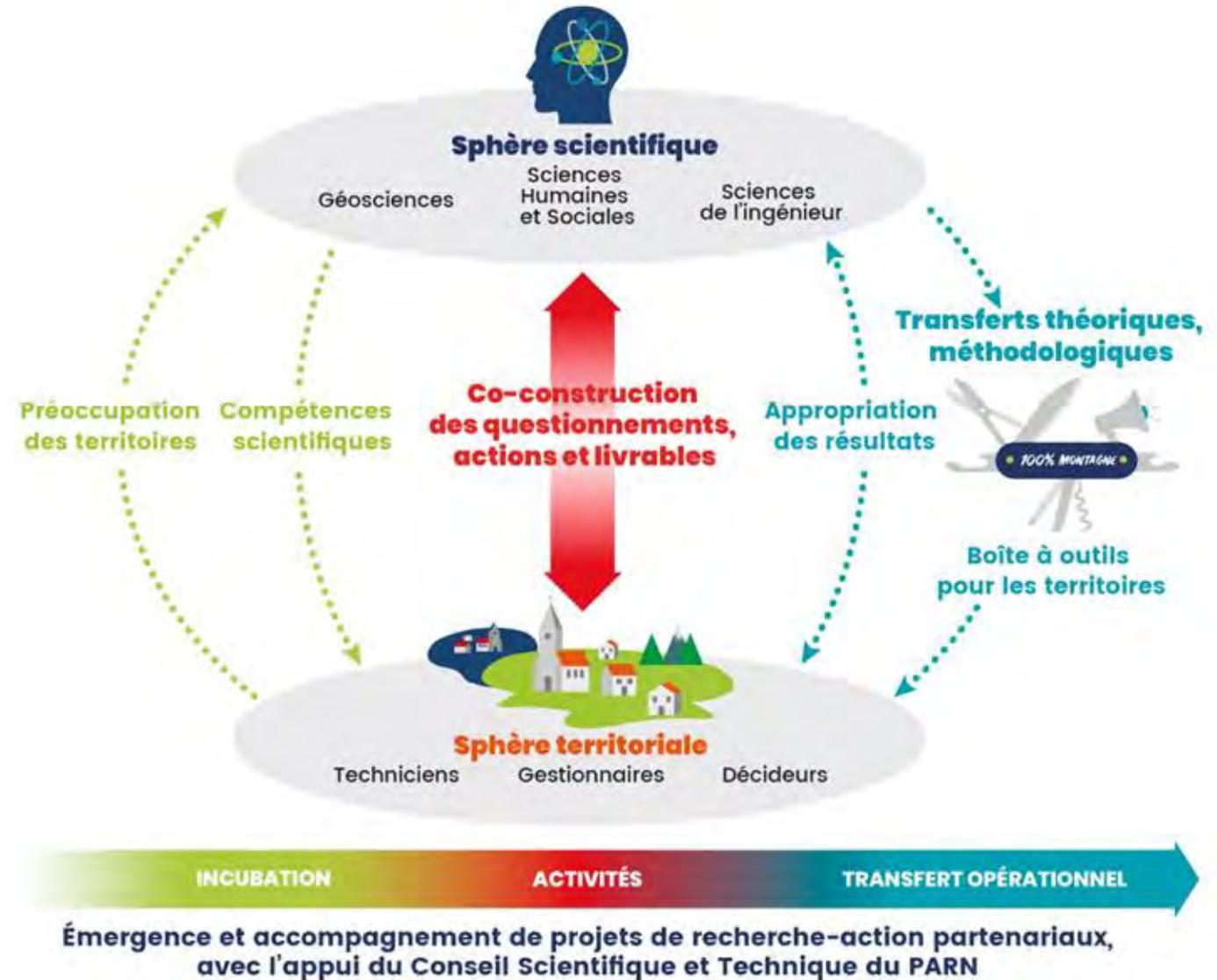
l'aménagement général du territoire, (3) mettre en avant le jeu local des acteurs et la place de chacun dans la prévention et la gestion des inondations, (4) capitaliser les données dans la Base de données historiques sur les inondations (BDHI). Ces résultats permettront également de sensibiliser le grand public (repères de crue, animations, expositions photos).

Projets partenariaux de recherche-action :

- Incubation, accompagnement et valorisation de 13 projets de recherche-action, sur une grande diversité de risques naturels (crues torrentielles, mouvements de terrain, essaims de séismes, feux de forêt), les facteurs limitants ou aggravants (forêts de protection, dégradation du permafrost) et des démarches innovantes de prévention (résilience territoriale, information préventive, communication sur les réseaux sociaux)

Séminaire transversal SDA :

- Organisations de 7 séminaires transversaux réunissant élus, scientifiques et techniciens sur des sujets spécifiques (risque rocheux, risque hydrométéo, enclavement des vallées alpines, événement de jan. 2018 Alpes du N, Sism@lp, ROCKtheALPS, risque torrentiel)



Projets de recherche-action CIMA-POIA

	Projet	Pilote	Labos concernés	Budget
CORESTART	ADAPT – Accompagner un Diagnostic pArtagé pour un Plan d'action de résilience des Territoires alpins (WP1)	Univ. Lyon 3	EVS, IMU (Lyon 3) LISST (Univ Toulouse) EDYTEM (USMB)	255 695
	COMMUNICARE – Communiquer et Organiser des stratégies COMMUNes pour l'implication du publiC A propos des RisquEs (WP2)	UGA	GRESEC (UGA) Sciences Po Grenoble	189 008
	I2PRI – Protocoles alternatifs d'évaluation de l'Impact de l'Information Préventive sur les Risques (WP3)	UGA	PACTE (UGA)	365 779
	SMARS – SMArtphones et les Réseaux Sociaux numériques, des leviers pour accroître la résilience dans les régions Auvergne Rhône-Alpes et PACA (WP4)	UAPV	UMR ESPACE (UAPV) LIA (UAPV) Psycho PLH Nîmes	360 059
	GROG – De la connaissance scientifique à la gestion intégrée des risques rocheux dans le territoire de Grenoble-Alpes métropole	IRSTEA Grenoble	Grenoble Alpes Métropole	143 844
	HYDRODEMO – Evaluation de l'aléa torrentiel : hydrologie et transport solide des petits bassins versants de montagne	IRSTEA Grenoble	IGE (UGA)	486 322
	MIROIR – Mouvements de versant et charriage torrentiel associé	BRGM Lyon	ADRGT, USMB, PNR Queyras	410 658
	MLA3 – Glissements lents dans les Alpes. Améliorer la compréhension pour une nouvelle approche d'aménagement et de gestion du territoire	CEREMA Lyon		550 000
	PermaRisk – Risques liés au permafrost de montagne et à sa dégradation	UGA	PACTE (UGA) EDYTEM (USMB)	400 000
	SISM@LP-Swarm – « Surveillance et analyse de la sismicité en essaim des Alpes	UGA	ISTerre	420 000
	VERTICAL – Chutes de blocs et rôle de protection de la forêt	INRAE Grenoble	UR PIER	132 189
	VulTer Baronnies – Vulnérabilité du territoire face au risque d'incendies de forêts	INRAE Aix	UR EMR	358 000
SIMOTER	SIMOTER 1 – Mise au point d'un système d'instrumentation de mouvement de terrain pour l'aide à la décision dans les territoires de montagne – Volet glissement de terrain	UGA	ISTerre (UGA)	256 606
	SIMOTER 2 – Mise au point d'un système d'instrumentation de mouvement de terrain pour l'aide à la décision dans les territoires de montagne – Volet torrentiel	INRAE Grenoble	UR ETNA	148 387
			TOTAL : 4,476 M€	

Projet HYDRODEMO – Evaluation de l'aléa torrentiel : hydrologie et transport solide des petits bassins versants de montagne

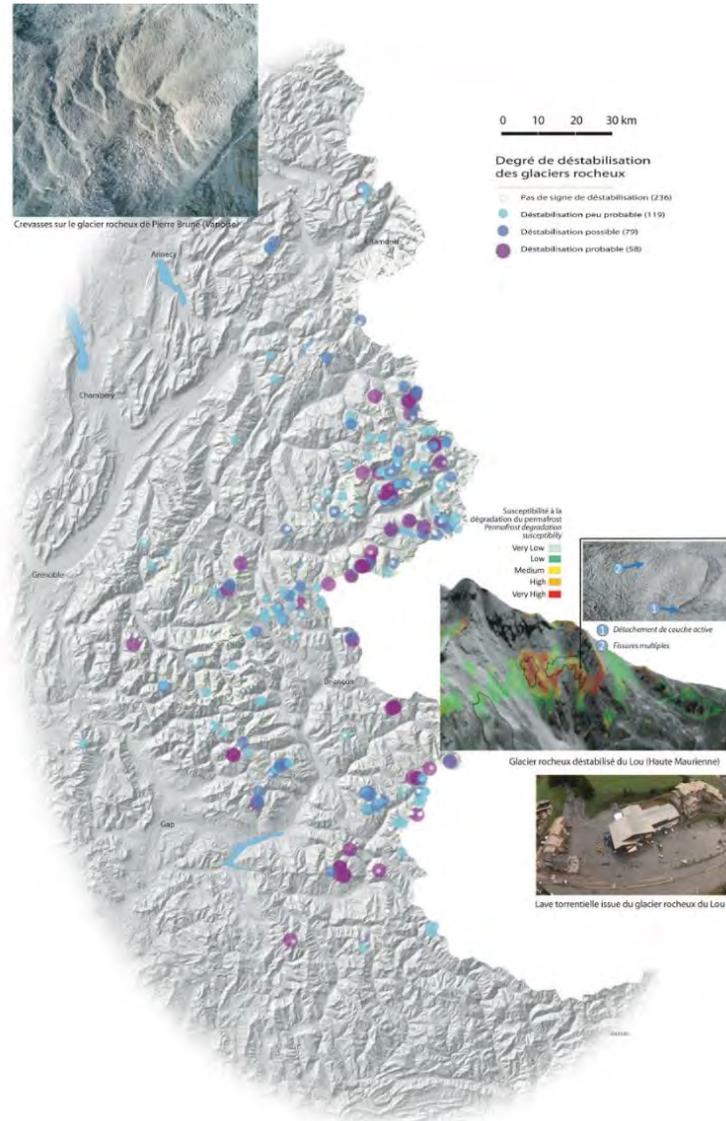
A. Sollicitation du PARN par les collectivités et services de l'état

1. **une préoccupation globale exprimée de façon récurrente** aussi bien par les techniciens de terrain (RTM, collectivités locales) que par les services de l'état (DREAL, DDT..) en matière de prévision et d'alerte des crues torrentielles, dans le contexte spécifique des petits bassins versants de montagne.
2. **une préoccupation locale exprimée par Grenoble-Alpes-Métropole** (Mission risques + service GEMAPI - Gestion des milieux aquatiques et protection contre les inondations) en matière de prévision opérationnelle des crues torrentielles sur l'agglomération grenobloise, avec des problèmes spécifiques sur 13 petits bassins versants torrentiels

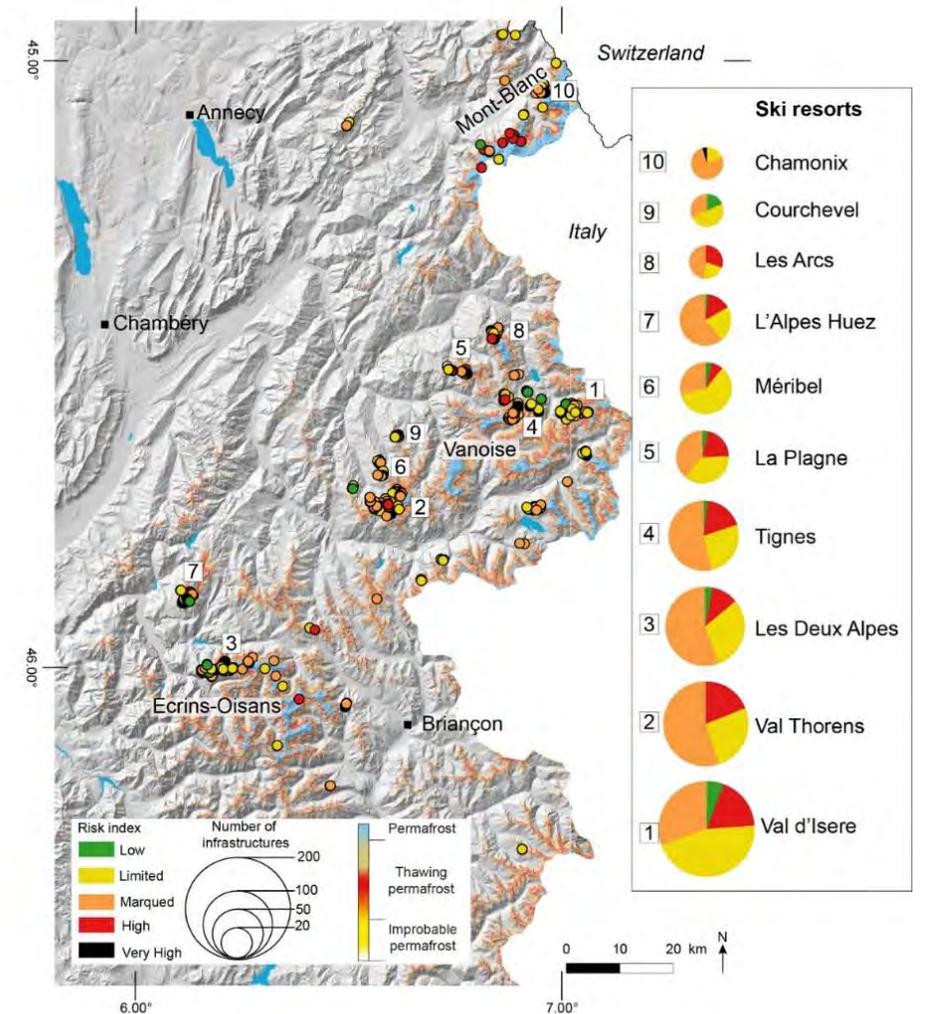
B. Coordination du PARN

3. Organisation des **nombreux échanges avec tous ces acteurs et la communauté scientifique grenobloise** en 2018 (réunions organisées sur le campus, à la Métro, en visio,....)
 4. **Montage d'un consortium scientifique** : INRAE Grenoble (UR ETNA) + IGE + INRAE Aix-en-Provence pour monter un projet de recherche action, déposé en déc. 2018, projet poussé par le SPC Alpes du Nord (Service de Prévention des Crues, dépendant de la DREAL)
- Projet sur 3 ans, **budget total 590 k€** : 295 k€ de financement FEDER + 177 k€ FNADT, soit 80% du montant du projet ; les résultats attendus constitueront un support à la prévision, dans un objectif de mise en sécurité des populations de l'agglomération.

Projet PermaRisk : Risques liés au permafrost de montagne et à sa dégradation



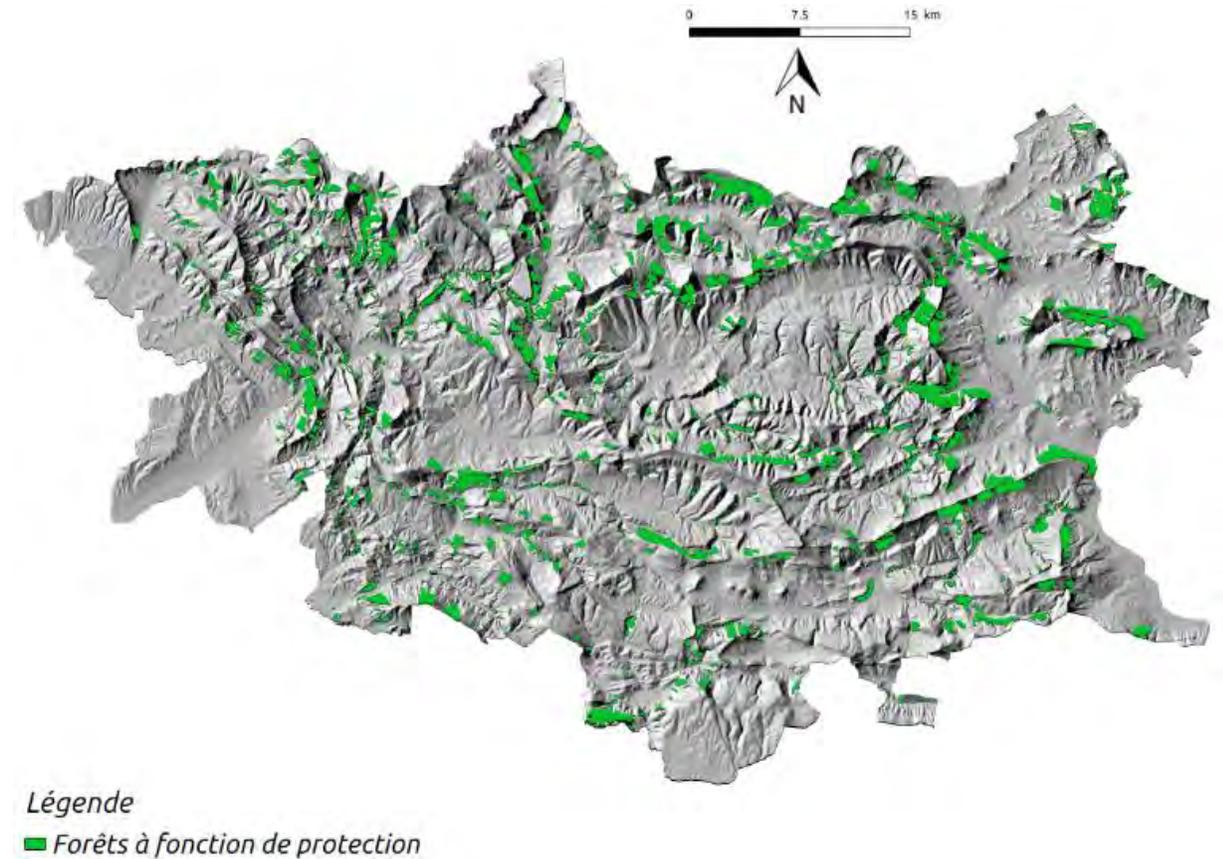
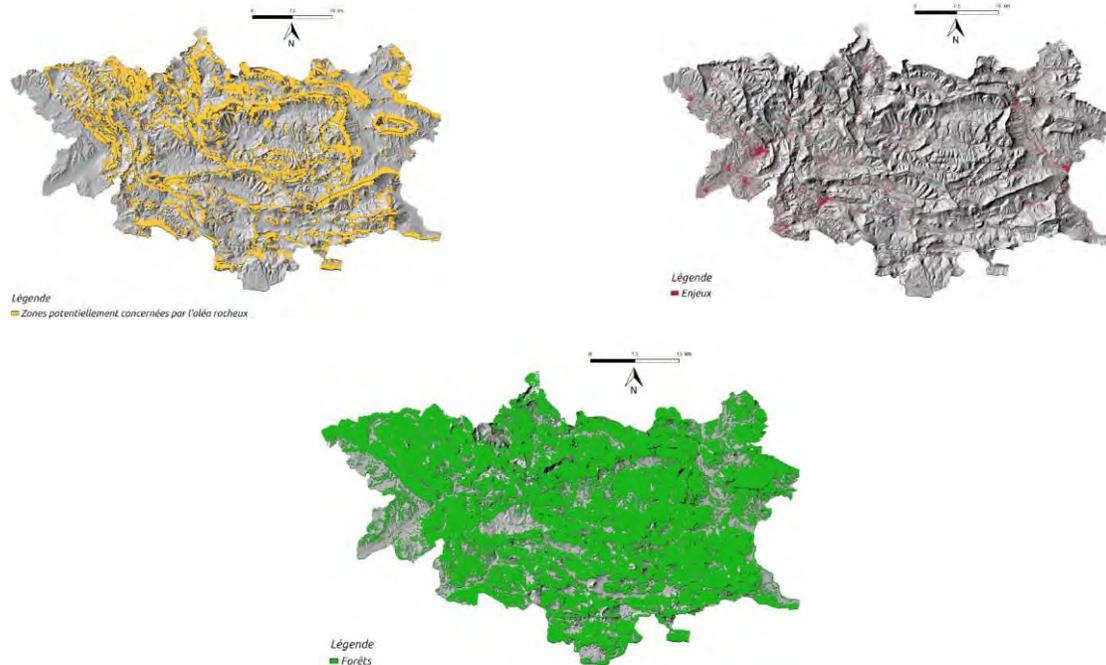
- Identification des zones de permafrost
- Identification des glaciers rocheux (> 3000 glaciers rocheux inventoriés, > 50 glaciers rocheux déstabilisés)
- Identification des infrastructures susceptibles d'être déstabilisées (1400 éléments d'infrastructure analysés)



Projet VERTICAL : cartographie des forêts de protection vis-à-vis du risque rocheux

Partenariat entre l'INRAE (ex-IRSTEA) et le TAGIRN du Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales

MNT 25x25 + zones concernées par l'aléa + identification des enjeux

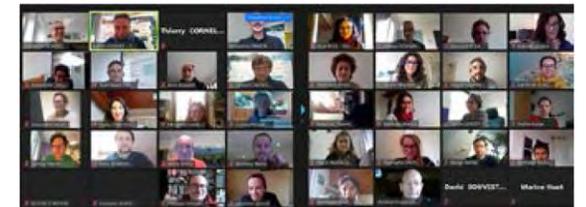


Synergie Recherche-action / séminaires transversaux

9 déc. 2020 : Risque torrentiel en montagne

Quelles données, quels outils et quelles ressources pour assurer une alerte efficace ?

- Préoccupation centrale de cette programmation : **Spécificités des petits bassins versant de montagne, outils existants et leurs limites actuelles, ressources nécessaires, perspectives**
 - Projets : SIMOTER 2, HYDRODEMO, MIROIR
 - TAGIRN : Grenoble-Alpes Métropole, Ubaye, SMIAGE, Queyras...
- Couplé avec **séminaire final SIMOTER + présentation résultats HYDRODEMO : synergie des événements et des projets**
 - Effet levier : mobilisation de la communauté scientifique et technique, maximise les échanges, visibilité accrue
- Contexte REX tempête Alex (interventions du SMIAGE et CCAA)
- **150 participants**, beaucoup d'échanges : des constats, des freins identifiés, des pistes envisagées



Objectifs des STePRiM :

- Prendre en compte le multi-risques
- Mettre en œuvre une stratégie de prévention, globale et partagée
- Créer une dynamique territoriale et fédérer les acteurs de la gestion des risques
- Se projeter dans le temps
- Optimiser et rationaliser les moyens publics

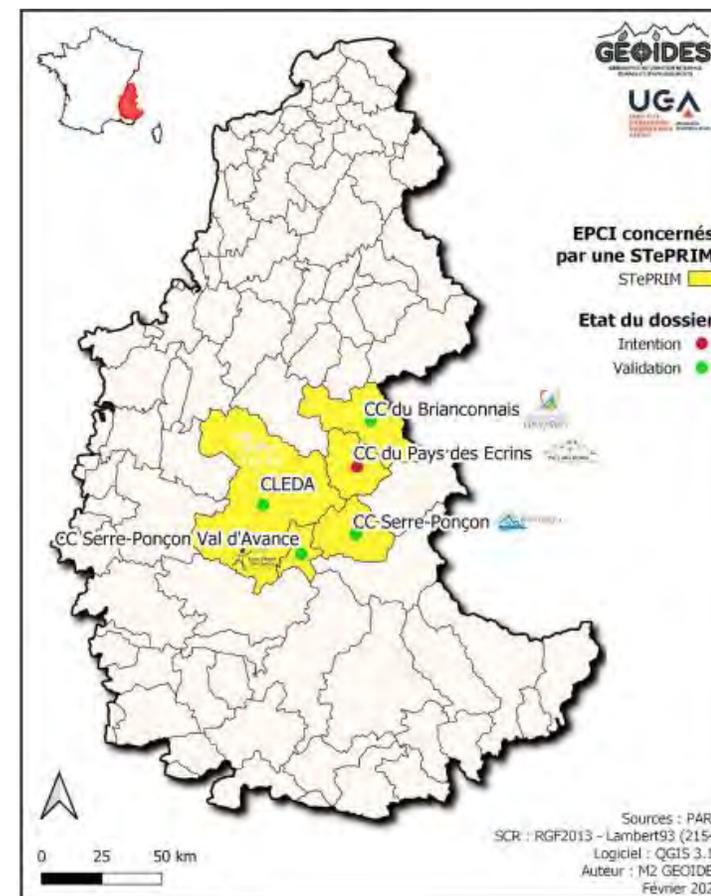
7 axes d'intervention :

- Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque
- Prévision et surveillance
- Alerte et gestion de crise
- Prise en compte du risque dans l'urbanisme
- Actions et travaux sur les biens visant à réduire leur vulnérabilité
- Travaux de protection active
- Travaux de protection passive

4 STePRiM d'intention labellisés dans le 05 :

- Drac amont – CLEDA
- CC Serre-Ponçon Val d'Avance
- CC Briançonnais
- CC Serre-Ponçon

(Budgets : 275 à 800 k€ / 3 ans)





Merci pour votre attention

Benjamin Einhorn

Webinaire PGRI, 25 juin 2021

