



**Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels**

Avec le soutien de : **La Région**
Auvergne-Rhône-Alpes



Prévention des risques naturels dans les Alpes associés au changement climatique



Benjamin Einhorn
PARN



10ème Université d'été : L'adaptation au changement climatique
Les Houches – Chamonix, 5, 6 et 7 octobre 2017



Sommaire

- **Introduction**
- **Changement climatique et risques naturels dans les Alpes**
 - Evolution du climat alpin
 - Evolution de l'environnement alpin
 - Impacts sur les aléas naturels alpins
- **Adaptation de la gestion des risques naturels**
 - Politiques d'adaptation
 - La Gestion Intégrée des Risques Naturels (GIRN)



***Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels***

Avec le soutien de :



Introduction



10ème Université d'été : L'adaptation au changement climatique
Les Houches – Chamonix, 5, 6 et 7 octobre 2017



Les risques naturels en montagne

Risque = **Aléa** & **Enjeux humains (vulnérabilités)**



→ Des aléas et des vulnérabilités propres à la montagne

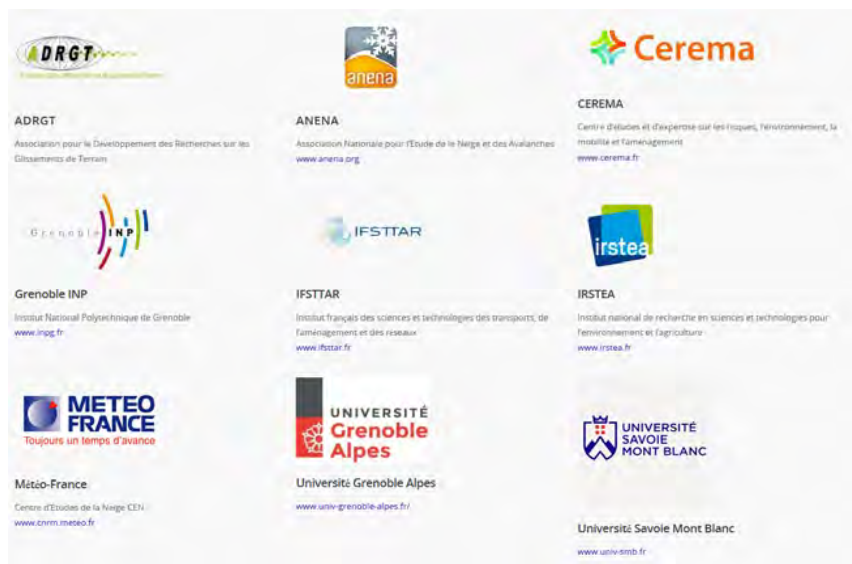
Le PARN



**Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels**

Association (loi 1901) créée en 1988, avec **2 objectifs** :

- Coordonner la recherche sur les risques naturels en montagne
- Développer des outils scientifiques et techniques performants et les mettre à disposition des pouvoirs publics et des services opérationnels afin d'améliorer la prévision et la prévention des risques naturels



Membres :

9 universités et établissements publics de recherche

Réseau scientifique et technique membres :

~ 170 personnes sur les thèmes risques naturels
(80 chercheurs, 50 ingénieurs de rech., 50 doctorants)

Equipe permanente :

5 personnes / 3,4 ETP

- Accompagnement de la recherche sur les risques naturels
- Appui aux politiques publiques de prévention des risques
- Formation (Universités Européennes d'été)

Soutiens :

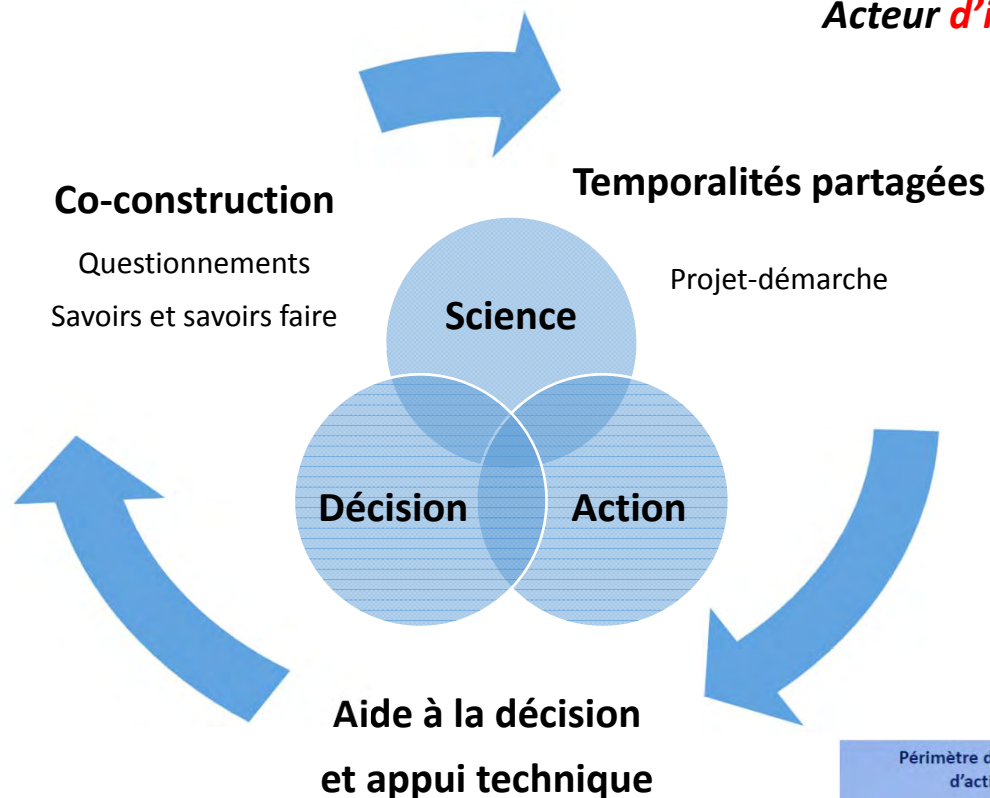


Le PARN



**Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels**

Acteur *d'interface* scientifique-décisionnel-opérationnel



***Des méthodes, des outils et des pratiques
spécifiques pour l'expérimentation de la
gestion intégrée des risques dans les
territoires de montagne***





Activités (2017)

- ✓ **Opération interrégionale CIMA-POIA « Gestion Intégrée des Risques Naturels » (GIRN)**
Coordination et animation des « Territoires Alpins de Gestion Intégrée des Risques Naturels »
- ✓ **Réseau d'interface « Science-Décision-Action » (SDA)**
Appui au montage de projets de recherche-action
- ✓ **Plateforme « Alpes-Climat-Risques »**
Veille scientifique, portail web et activités d'interface
- ✓ **Stratégie macro-régionale de l'UE pour la Région Alpine (SUERA)**
Participation au Groupe d'action 8 sur le changement climatique et les risques naturels
- ✓ **Enquête sur la Prévision Locale du Risque Avalanche (PLRA)**
partenariat avec l'ANENA et le RTM
- ✓ **Plan d'Action pour la Prévention des Risques d'Origine Glaciaire et Périglaciaire (PAPROG)**
Participation au GT pour le compte de la DGPR (co-pilote : Irstea)
- ✓ **Appui à Grenoble-Alpes-Métropole « Stratégie risques et résilience »**
Appui à la Mission Risques (mobilisation du CST du PARN)
- ✓ **Projet national C2ROP**
Organisation et animation de groupes de travail avec les MOA gestionnaires
- ✓ **Projet Alcotra ARTACLIM**
Appui à l'Université Grenoble-Alpes et aux territoires partenaires sur le volet risques naturels



www.risknat.org/alpes-climat-risques/

Avec le soutien de **La Région**
Auvergne-Rhône-Alpes

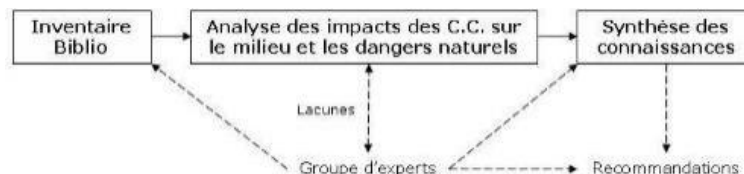
Portail web thématique

Contexte :

- Projet Interreg IIIB Alpine-Space **ClimChAlp** (2006-2008)
- WP5 "Climate Change and Resulting Natural Hazard"
- Action PARN / ONERC / Région Rhône-Alpes

Démarche :

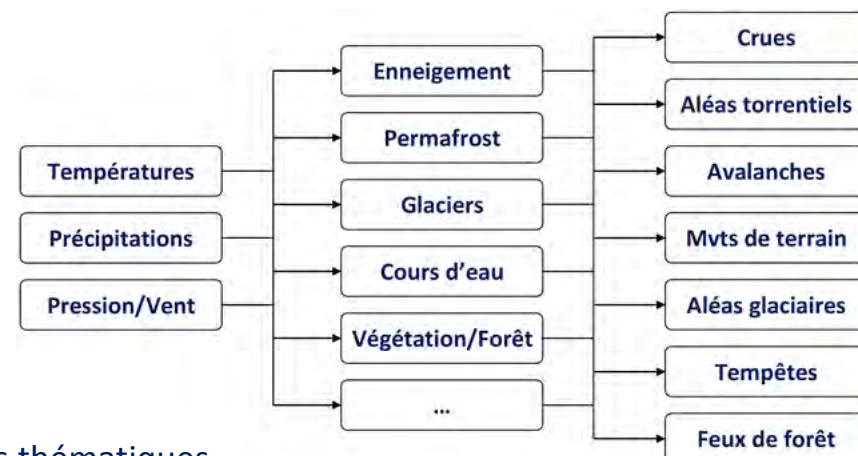
- Etat des connaissances
- Tri par thématique / type de connaissances
- Traçabilité de l'information



Outil – Base de connaissances bibliographique :

- évolution des **paramètres climatiques**
- effets sur **le fonctionnement des systèmes physiques**
- effets sur **l'activité des aléas naturels**




→ Inventaire (~400 références), Analyses biblio, Synthèses thématiques



Portail web thématique

Outil – Suivi des événements remarquables :

- Travail exploratoire de l'évolution observable des phénomènes naturels en milieu alpin
- Base de données synthétique à partir d'événements qualifiés comme « remarquables » en raison de :
 - leur fréquence, intensité, saisonnalité, localisation ou conditions de déclenchements particulières,
 - et/ou de leurs impacts physiques et socio-économiques sur les territoires alpins
- Fiches événements :

| | |
|---|---|
| <p>Fiche événement (P&R) - www.risknat.org risknat@univ-grenoble-alpes.fr / tel : 00 33 (0)4 73 88 51 86</p> <p>Crue rapide torrentielle et coulée de boue</p> <p>Crue de l'Arly (Séisme événement - (à au même phénomène déclencheur)</p> | |
| <p>Date et lieu de l'événement :</p> <ul style="list-style-type: none">2015-05-02FranceHaute-Savoie (74)Saint-dingy | <p>Description de l'événement :</p> <p>En Savoie, il est tombé le 2 mai 2015, l'équivalent de 3 mois de pluie en une seule journée. Cet épisode de précipitations intenses a entraîné la crue de l'Arly.</p>  |
|  | |
| <p>Impacts et conséquences :</p> <ul style="list-style-type: none">Suite à la violence de la crue, 400m de route ont été emportés (RD 1212).Violation très importante provoquée par les précipitations abondantes et la force de la crue est à l'origine de plusieurs glissements de terrain.Le glissement le plus important, en amont du lieu-dit « Moulin l'Arly », a apporté 500 000m³ de matériaux dans la rivière. | <p>Observations :</p> <p>Les gorges de l'Arly connaissent de nombreux glissements de terrain, entraînant régulièrement leur fermeture à la circulation.</p> |
| <p>Territoires impactés et principaux acteurs :</p> <p>Suite à l'inondation des installations EDF d'origine, plusieurs usines ont dû stopper leur production. L'ampleur des travaux de réhabilitation implique leur étirement sur 3 ans (voir suite de la fiche).</p> | <p>Événements associés :</p> <p>Se référer aux autres fiches concernant les inondations de mai 2015.</p> |
| <p>Contexte climatique :</p> <p>Très fortes précipitations sur toute la Savoie, en début de mois de mai 2015, renforcées par la fonte des neiges sur les zones situées en dessous de 2500m.</p> <p>Autres points d'analyse :</p> <p>LA CRUE DE L'ARLY - 1 ET 2 MAI 2015</p> <p>Vue amont et aval</p> <p>Les dégâts occasionnés - RD 1212</p>  <p>Les travaux de remise en état</p> <p>« L'ampleur des travaux implique leur étirement sur 2 ans. En 2015, le remblai routier a été reconstruit afin de permettre la réouverture de la RD 1212 et l'Arly a été chenalisé temporairement en rive gauche. Des protections de berge en enrochement ont aussi été réalisées en pied d'un des deux glissements pour éviter que l'Arly ne le sape. La construction de la nouvelle rampe en enrochement aura lieu en 2016 et 2017, puis les protections de berge seront finalement mises en place sur le talus de la RD 1212. » Département de Savoie</p> <p>Références scientifiques et personnes ressources :</p> <ul style="list-style-type: none">M. Stéphane LASCOURS, Directeur Direction environnement et paysage (Département de la Savoie)Contrat rivière Arly (contact@contrat-riviere-arly.com) <p>Sources des documents présents dans la synthèse :</p> <ul style="list-style-type: none">Carte de localisation : syndicat mixte du bassin versant de l'Arly (http://www.contrat-riviere-arly.com)Photographie gauche : A. LescourierPhotographie droite : R. Gardette <p>Pour aller plus loin :</p> | |

→ Accès à Fiches événements et Rapports annuels



www.risknat.org/alpes-climat-risques/

- Portail web thématique
- Réseau alpin et activités d'interface

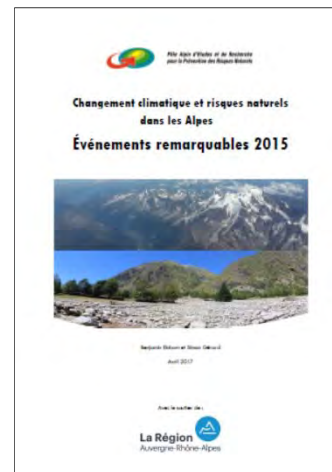
Livrables et retombées :

- Portail internet
- Publications, communications
- Participation à des groupes de travail
- Appui aux politiques régionales d'adaptation au CC (SRCAE → ORECC, GREC-PACA)
- Implication dans le projet ARTACLIM

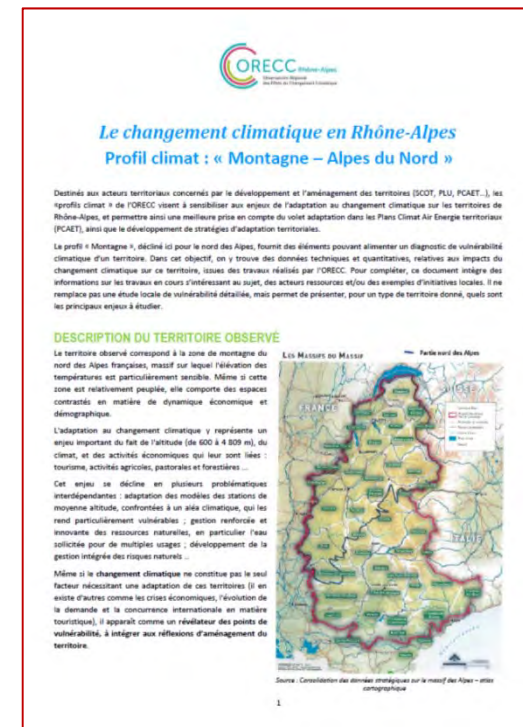
Avec le soutien de **La Région**
Auvergne-Rhône-Alpes 



[Rapport technique
ONERC 2008](#)



[Rapport Evénements
remarquables 2015](#)



[Profil territorial
ORECC 2016](#)

Portail Alpes-Climat-Risques



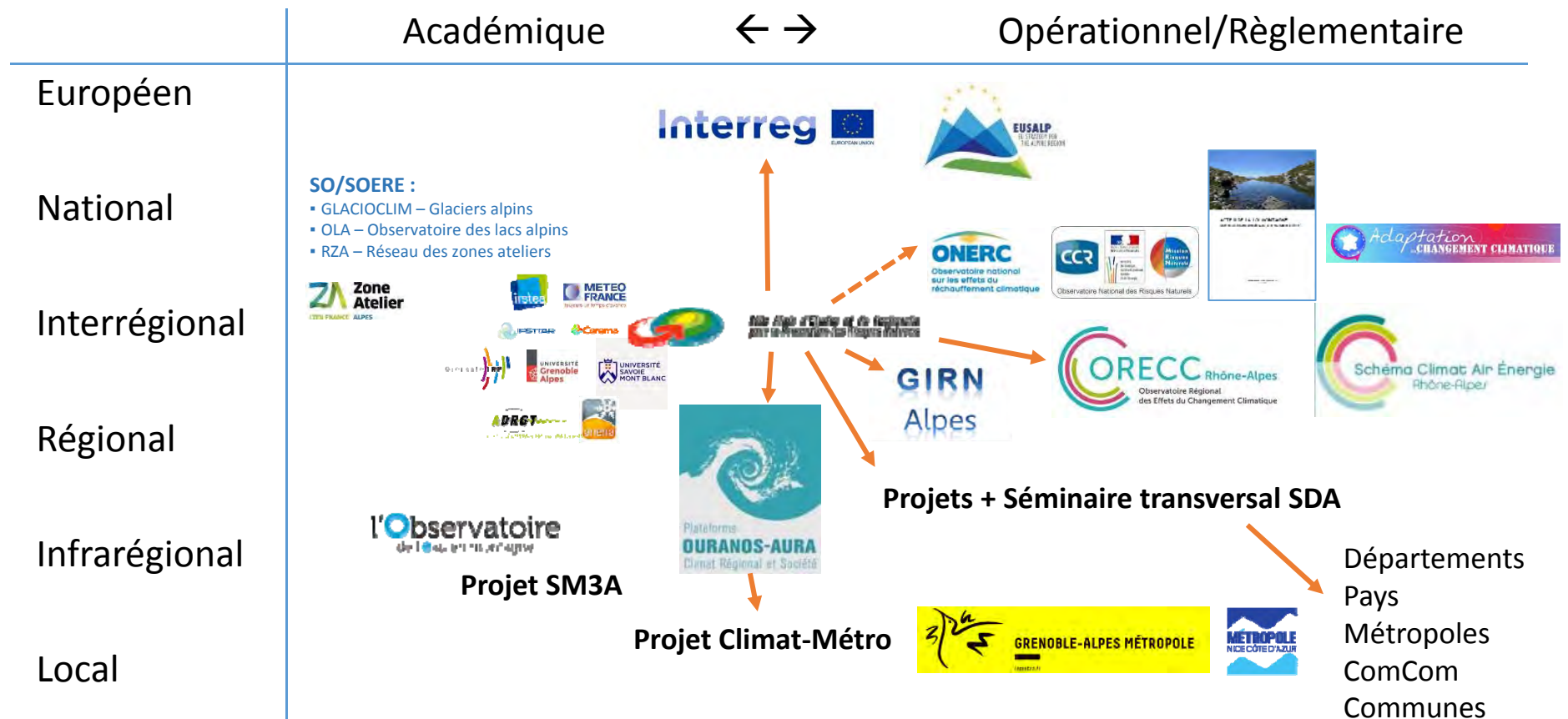
Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels

www.risknat.org/alpes-climat-risques/

Avec le soutien de **La Région**
Auvergne-Rhône-Alpes

- Portail web thématique
- Réseau alpin et activités d'interface

Exemples de partenariats :





***Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels***

Avec le soutien de :



Changement climatique et risques naturels dans les Alpes



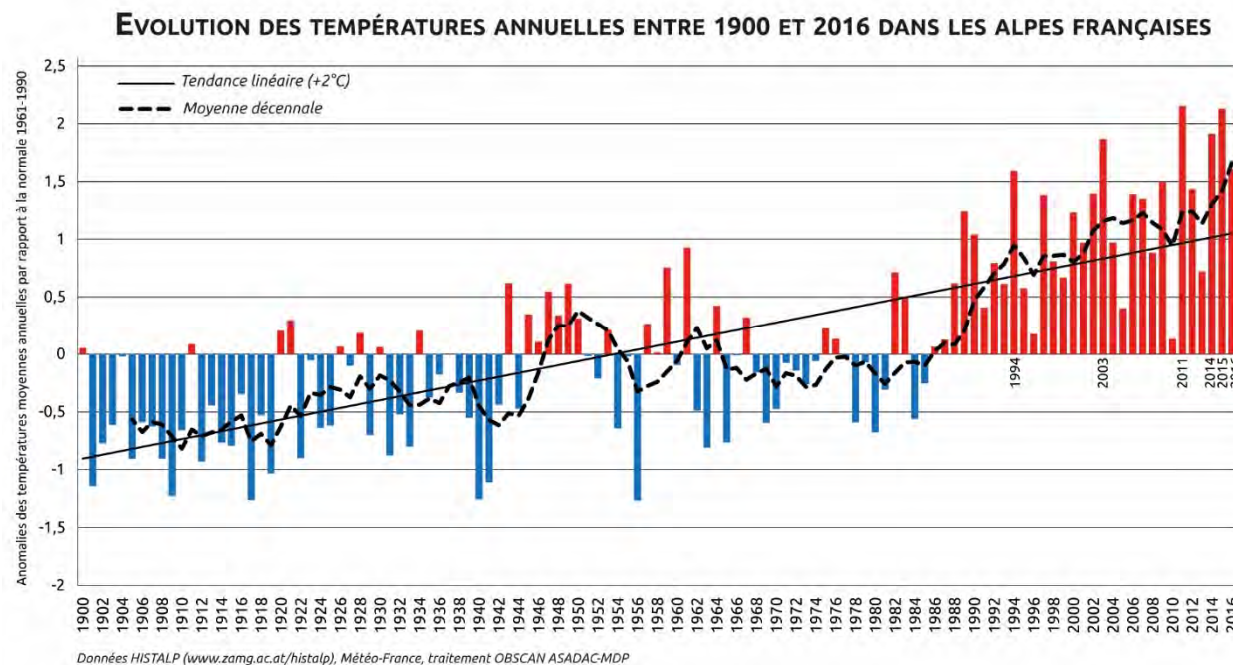
10ème Université d'été : L'adaptation au changement climatique
Les Houches – Chamonix, 5, 6 et 7 octobre 2017



Températures



- Alpes & sud-est de la France : parmi les **régions qui se réchauffent le plus fortement et rapidement**, derrière les zones arctiques.



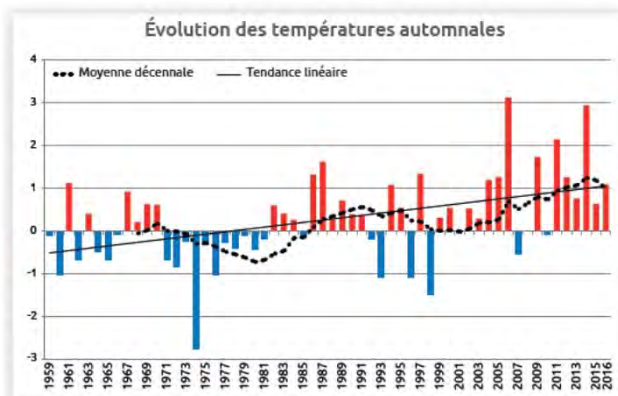
- Tendances entre 1900 et 2016 :
 - Alpes françaises :** **+1.97°C** Réchauffement quasiment uniforme
 - Alpes françaises du **Nord :** **+2.10°C** Réchauffement + important en hiver (DJF)
 - Alpes françaises du **Sud :** **+1.88°C**

Températures



Evolution des T° moyennes saisonnières depuis 1959 dans les Alpes du Nord

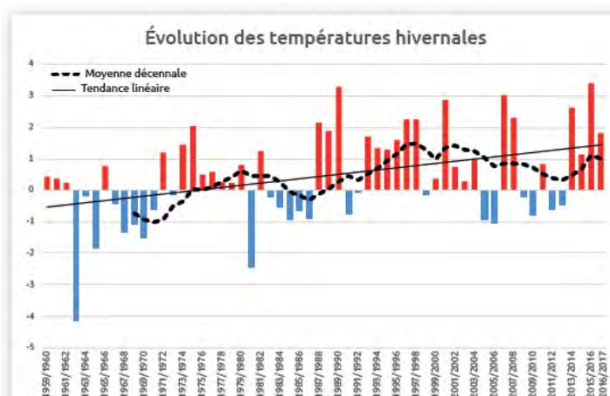
Automne :
+1,6°C



Écart des températures moyennes automnales (en °C, de septembre à novembre) de 1959 à 2016 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du nord.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDR.

Hiver :
+2°C



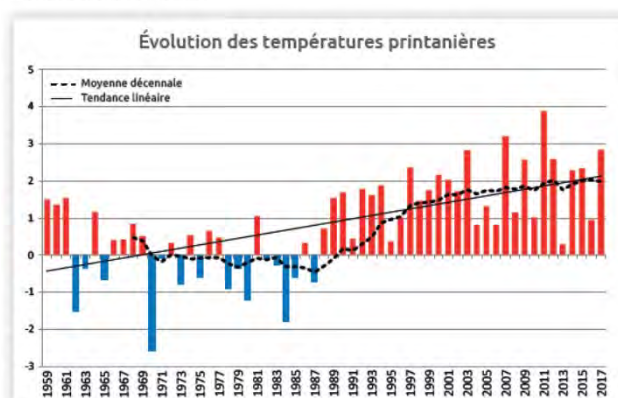
Écart des températures moyennes hivernales (en °C, de décembre à février) de 1959/1960 à 2016/2017 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du nord.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDR.

Disparition des hivers froids

Redoux et dégel plus fréquents en altitude

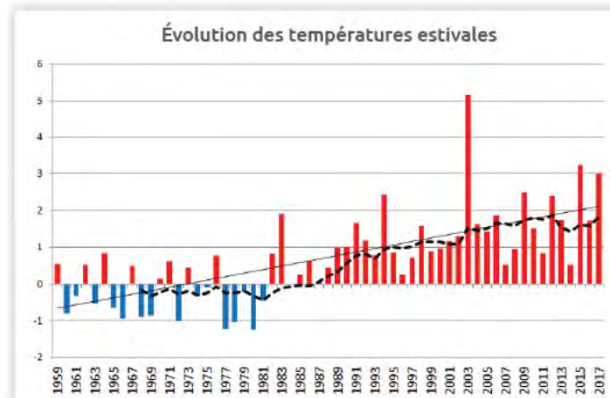
Printemps :
+2,6°C



Écart des températures moyennes printanières (en °C, de mars à mai) de 1959 à 2017 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du nord.

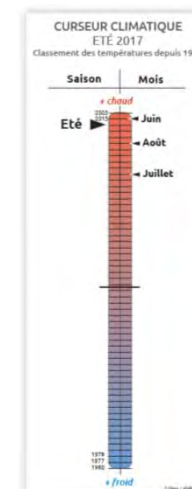
Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDR.

Été :
+2,8°C



Écart des températures moyennes estivales (en °C, de juin à août) de 1959 à 2017 par rapport à la normale 1961-1990 dans les Alpes du nord.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDR. Trait plein : tendance linéaire. Trait pointillé : moyenne décennale.



Période printano-estivale : +2.7°C

→ une plus grande occurrence de canicules depuis 2006

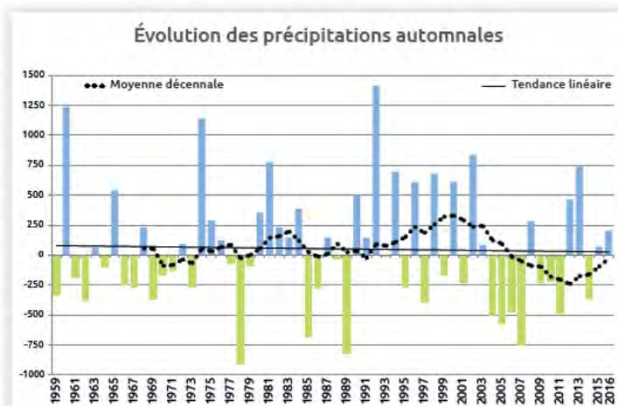
Source : Observatoire Savoyard du Changement climatique dans les Alpes du Nord

Précipitations



Evolution des cumuls saisonniers de précipitations depuis 1959 en Savoie

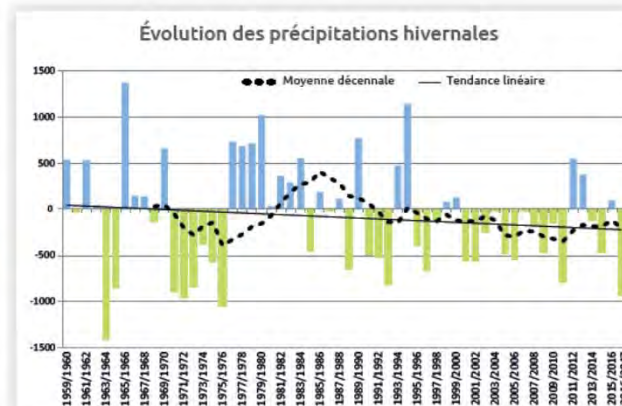
Automne :
Pas de tendance
mais un déficit
marqué après
2003



Écarts des cumuls moyens automnaux de précipitations (en mm) de 1959 à 2016 par rapport à la normale 1961-1990 en Savoie.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDP

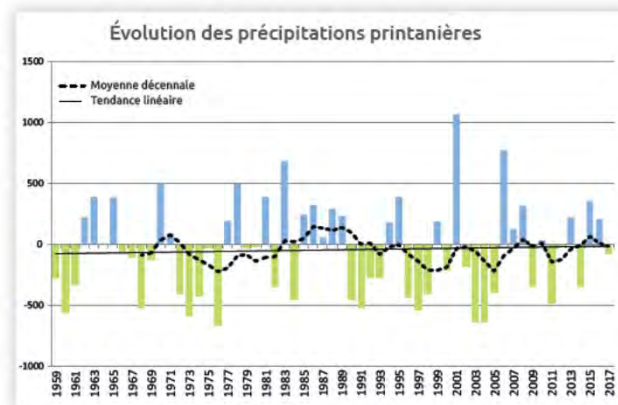
Hiver :
Légère baisse
non significative à
l'échelle des Alpes
mais marquée dans les
vallées internes de l'est
(ex.: Bessans)



Écarts des cumuls moyens hivernaux de précipitations (en mm, de décembre à février) de 1959/1960 à 2016/2017 par rapport à la normale 1961-1990 en Savoie.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDP

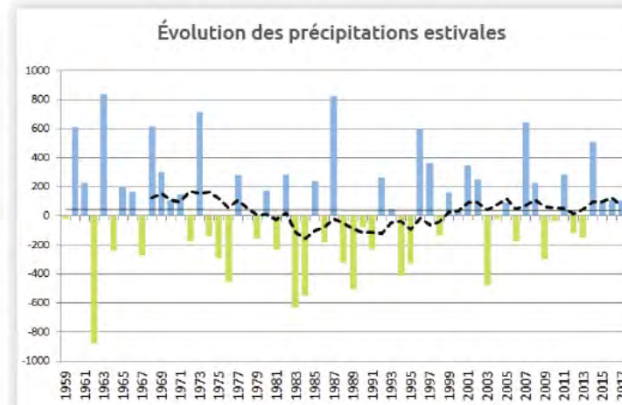
Printemps :
Pas de tendance



Écarts des cumuls moyens printaniers de précipitations (en mm, de mars à mai) de 1959 à 2017 par rapport à la normale 1961-1990 en Savoie.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDP

Été :
Pas de tendance



Écarts des cumuls moyens estivaux de précipitations (en mm, de juin à août) de 1959 à 2017 par rapport à la normale 1961-1990 en Savoie.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDP. Trait plein : tendance linéaire. Trait pointillé : moyenne décennale.



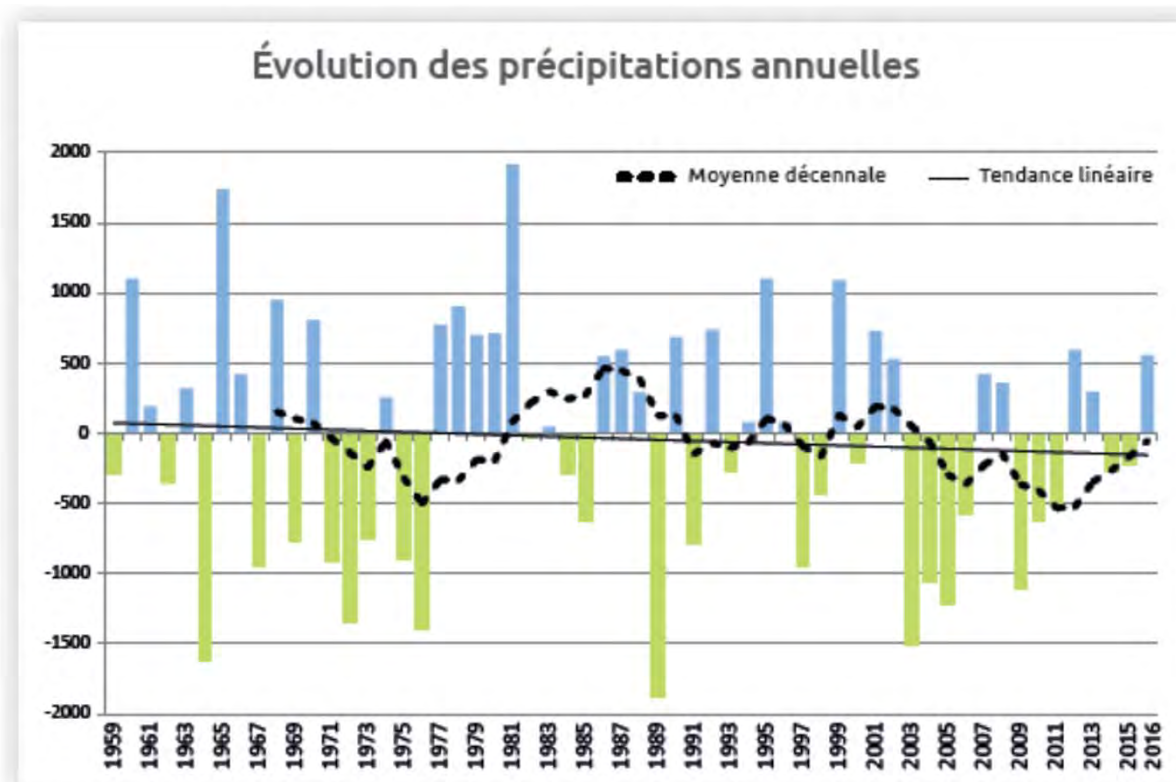
→ Forte variabilité temporelle (interannuelle) et spatiale

Précipitations



- **Aucune tendance significative** sur le long terme

Les années les plus arrosées depuis 15 ans (ex.: 2016) sont loin des niveaux des précédentes



Écart des cumuls moyens annuels de précipitations (en mm, de janvier à décembre) de 1959 à 2016 par rapport à la normale 1961-1990 en Savoie.

Source : Météo-France ; traitement ASADAC-MDP

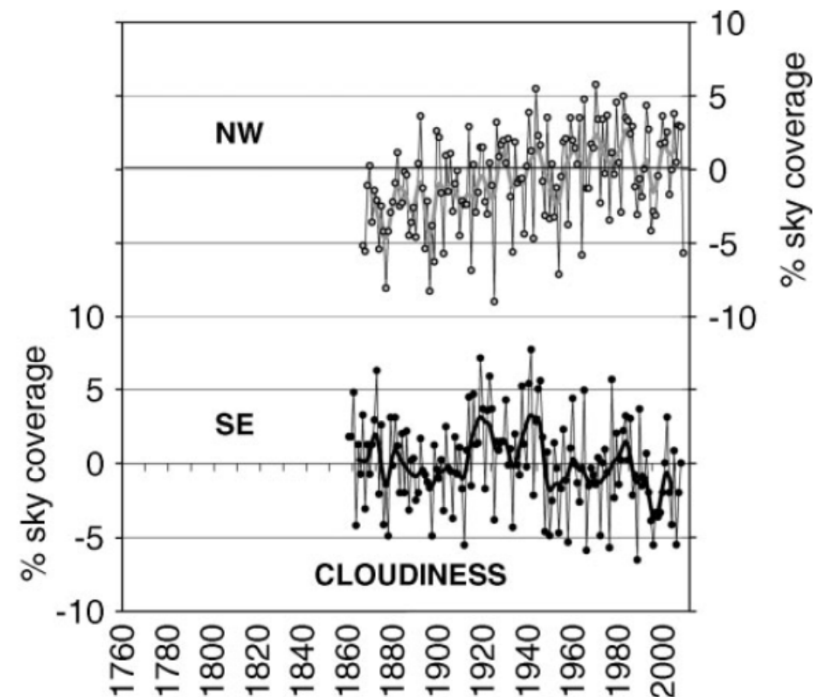
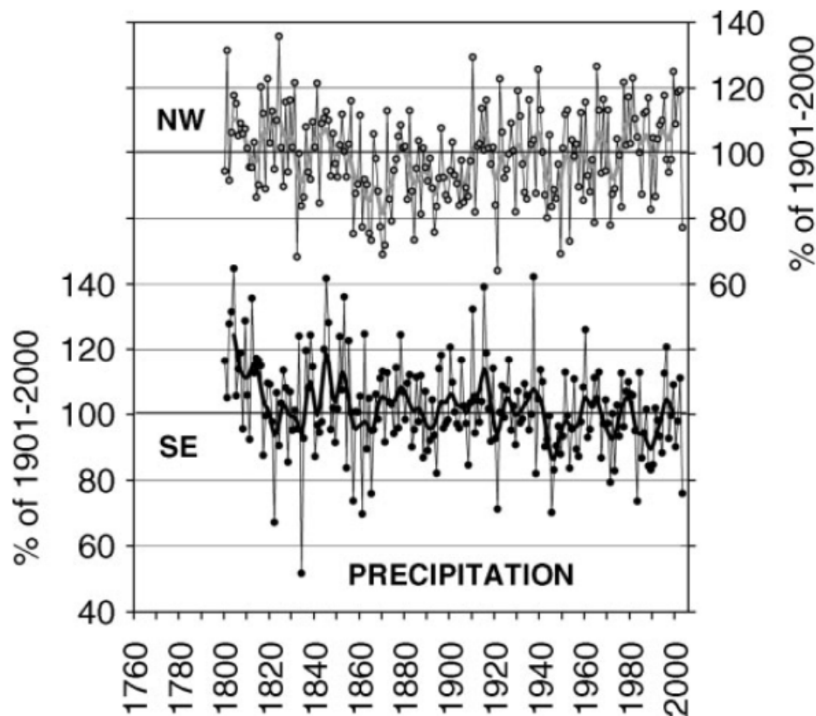
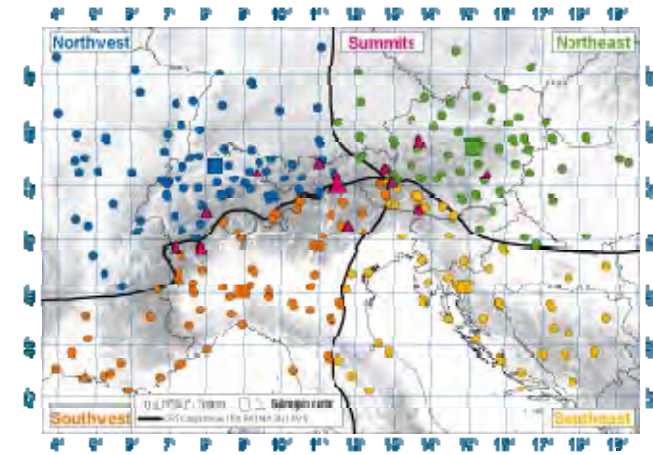
Précipitations

Arc alpin : BD HISTALP

Précipitations annuelles au 20e siècle :

+ 9% au NW

– 9% au SE (lien avec nébulosité)

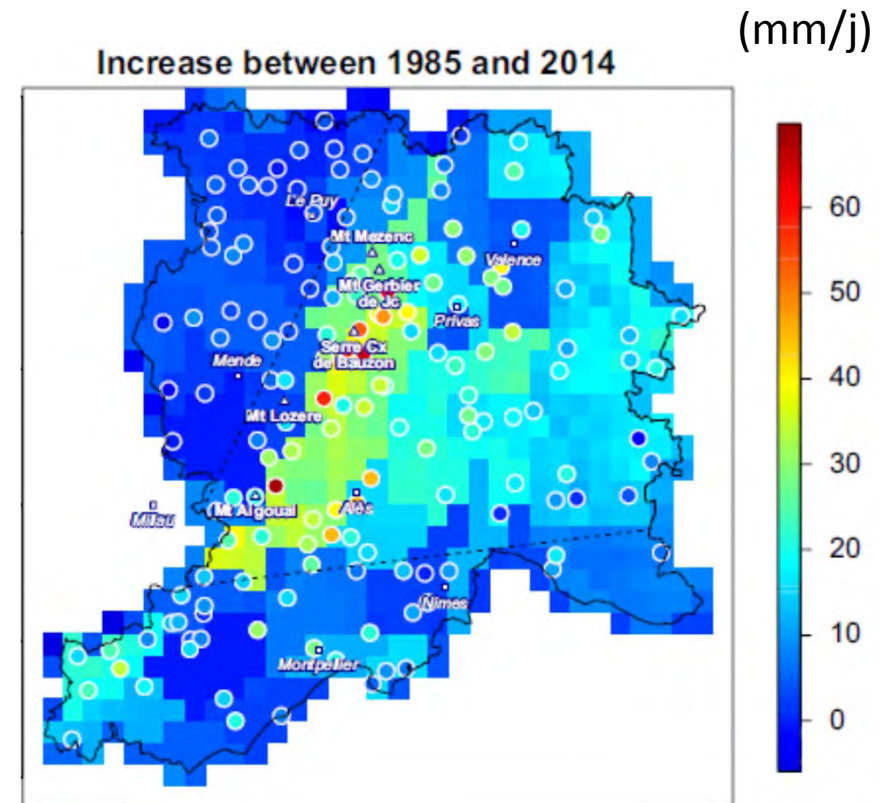


Anomalies de **précipitations annuelles** (à gauche) et de **nébulosité** (à droite) relatives aux moyennes 1901–2000 pour les secteurs NW et SE de la Grande Région Alpine (base de données HISTALP)

Précipitations

Sud-Est de la France :
Hausse des événements de pluie extrême
(basse vallée du Rhône : Massif Central / Alpes)

- Méthodologie :
 - Modélisation **des valeurs maximales des cumuls quotidiens de précipitations** selon une loi de distribution généralisée des extrêmes (GEV) non stationnaire
 - Sélection du meilleur modèle sur les points (stations) et sur les mailles (grille de 8 x 8 km²) et test de tendance
- **Tendance positive à l'échelle régionale à partir de ~1985**
- **Fortement significative sur une moitié de la région incluant la plupart des massifs montagneux et une partie de la vallée du Rhône**
- Augmentation considérable dans la région Cévennes-Vivarais et autour d'Alès > **+ 60 mm/j** en 20 ans (soit 40% de plus que le max. moyen dans ce secteur)



Tendances dans les maxima annuels des cumuls quotidiens de précipitations entre 1985 et 2014.

Températures

Projections

Températures

- Augmentation globale attendue au 21^e s
encore plus prononcée qu'au 20^e s

GIEC 2007 :

+1,1°C à +6,1°C

selon les scénarios (2 x CO₂ => +2°C à +4,5°C)

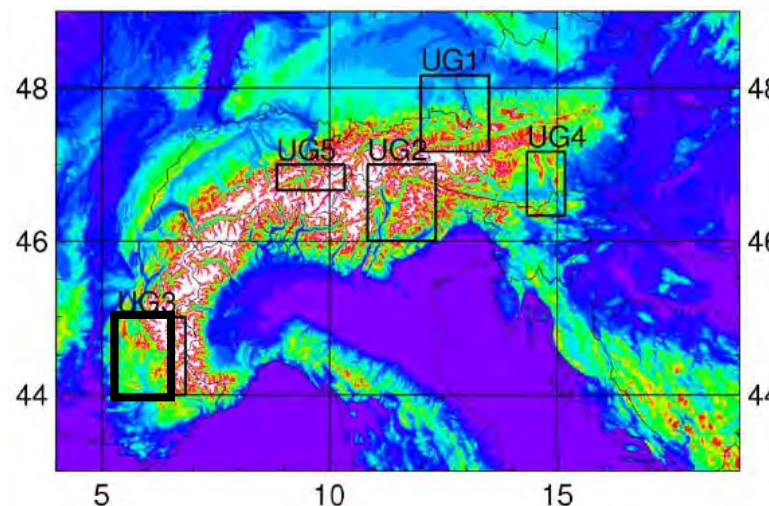
■ Modélisation climatique régionale :

évolution des températures moyennes 2070-2099
(réf. 1961-1990 – Scénario A2)

| | Season | GAR | UG1 | UG2 | UG3 | UG4 | UG5 |
|------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Temperature change [K] | DJF | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,8 | 3,1 | 2,8 |
| | MAM | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 2,9 |
| | JJA | 3,8 | 3,5 | 3,5 | 4,1 | 3,6 | 3,7 |
| | SON | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,2 |
| Temperature increase | | | | | | | |

⇒ Augmentation maximale des températures alpines
moyennes projetée :

3 à 5°C en hiver et **4 à 6°C** en été



Températures

Projections

Futur proche (2021-2050) :

- estimation centrale : **+1,5°C**
- estimation haute : **+2,25°C**

L'augmentation des températures hivernales serait supérieure de 0,2° à celle des températures estivales.

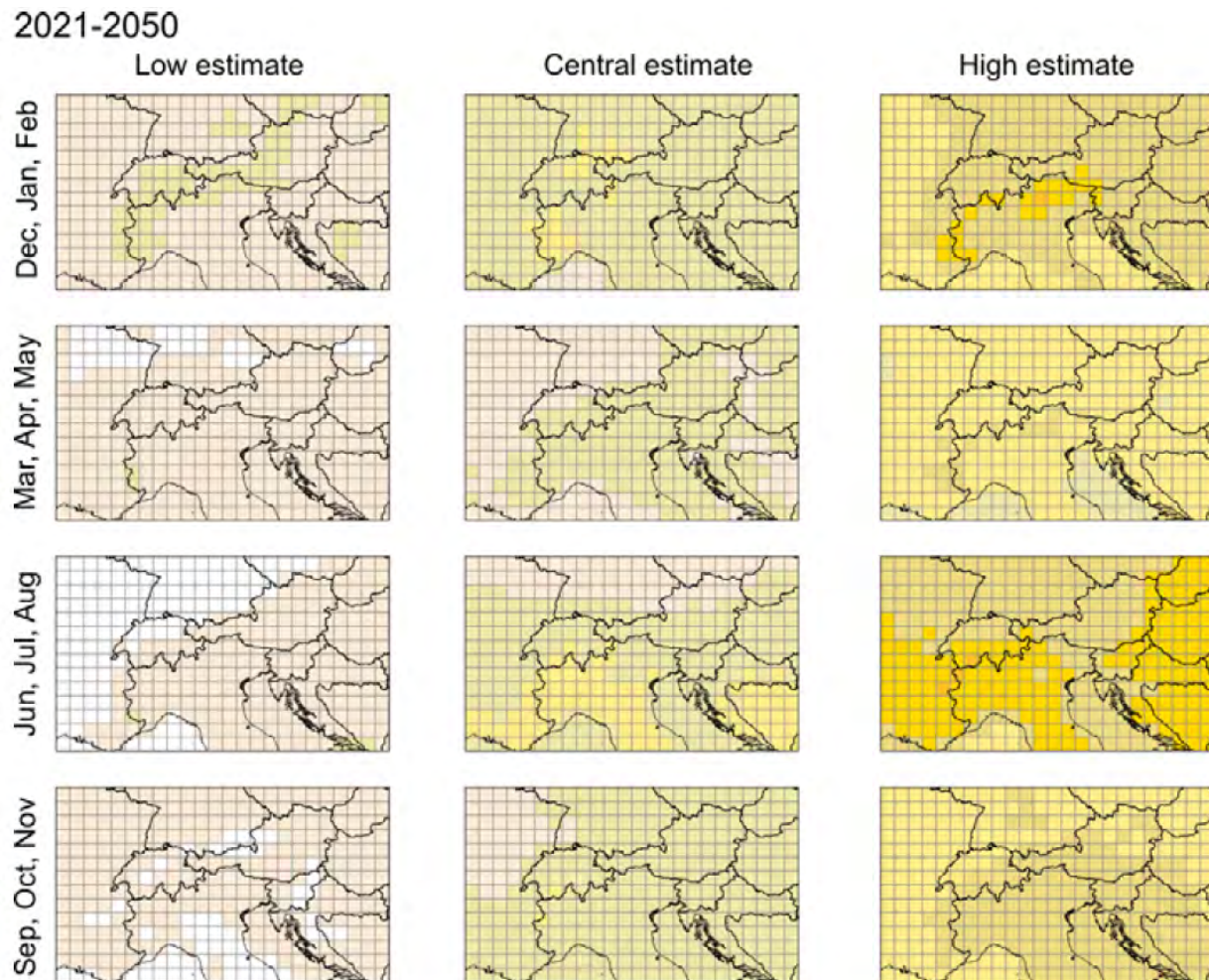
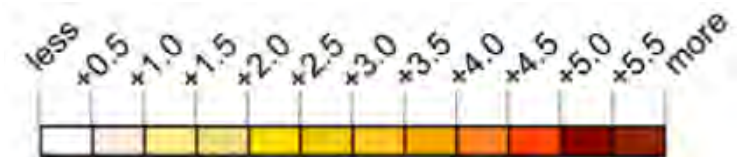


Figure 19: Change of seasonal air-temperature means in the periods 2021-2050 and 2071-2100 vs. 1971-2000 per meteorological season as estimated using an ensemble of 14 (2050) and 12 (2100) RCM runs. The "low estimate" corresponds to the 10th percentile, the "central estimate" to the 50th percentile, and the "high estimate" to the 90th percentile.



Projections

Futur distant(2071-2100) :

- estimation centrale : + 3,5°C
- estimation haute : + 4,75°C

Inversement, le réchauffement estival serait supérieur de 0,5° au réchauffement hivernal.

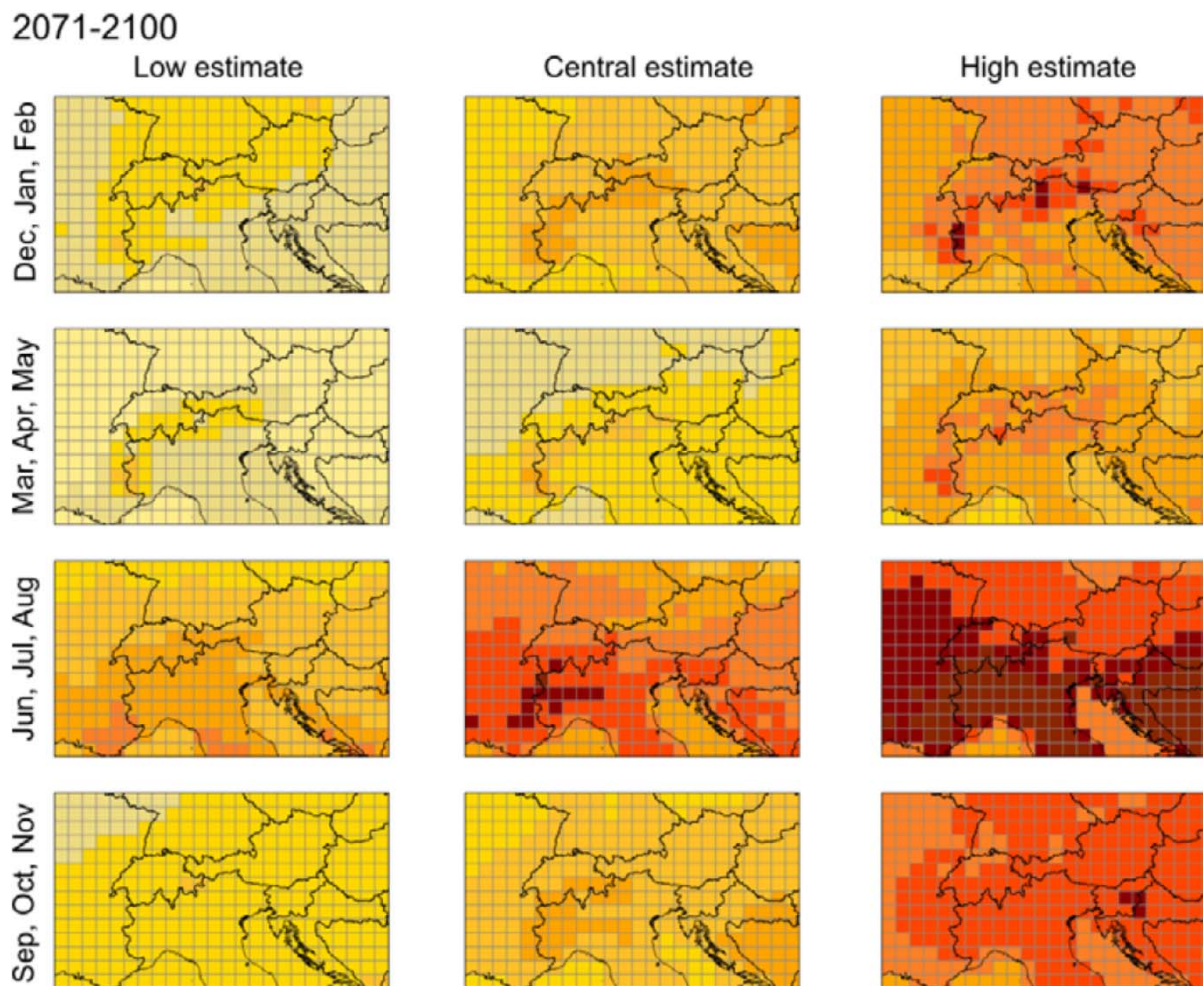


Figure 19: Change of seasonal air-temperature means in the periods 2021-2050 and 2071-2100 vs. 1971-2000 per meteorological season as estimated using an ensemble of 14 (2050) and 12 (2100) RCM runs. The "low estimate" corresponds to the 10th percentile, the "central estimate" to the 50th percentile, and the "high estimate" to the 90th percentile.

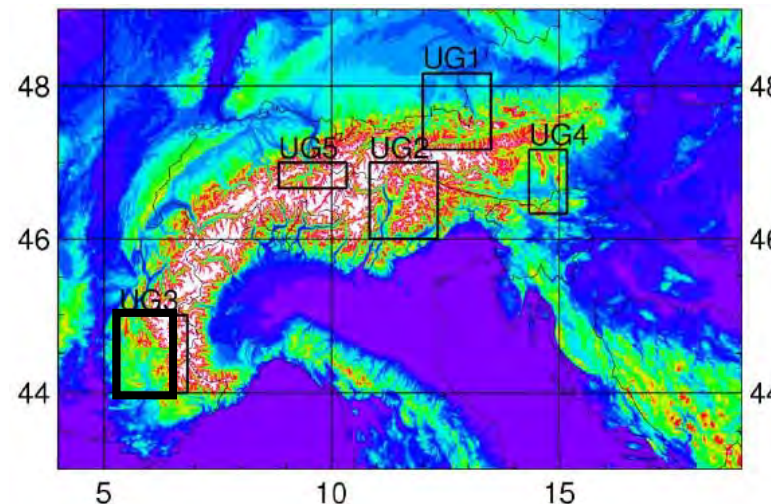


Précipitations

Projections

Précipitations

- forte incertitude
- augmentation en hiver, diminution en été
- élévation de la limite pluie/neige



| | Season | GAR | UG1 | UG2 | UG3 | UG4 | UG5 |
|---------------|--------|------------------------|-----|-------------------------|-----|-----|-----|
| Precipitation | DJF | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,1 |
| | MAM | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| Ratio | JJA | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| | SON | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 |
| | | Precipitation increase | | Precipitation reduction | | | |

Les projections issues des modèles climatiques du GIEC pour le 21ème siècle présentent une baisse sensible des quantités de précipitations annuelles sur l'ensemble du bassin méditerranéen.

Précipitations

Projections

Précipitations moyennes annuelles

Les changements simulés dans les précipitations restent limités jusqu'au milieu du 21e s.

Plusieurs modèles montrent :

- légère augmentation (+5%) en hiver dans les parties N.
- légère diminution (-5%) en été dans les parties méditerranéennes

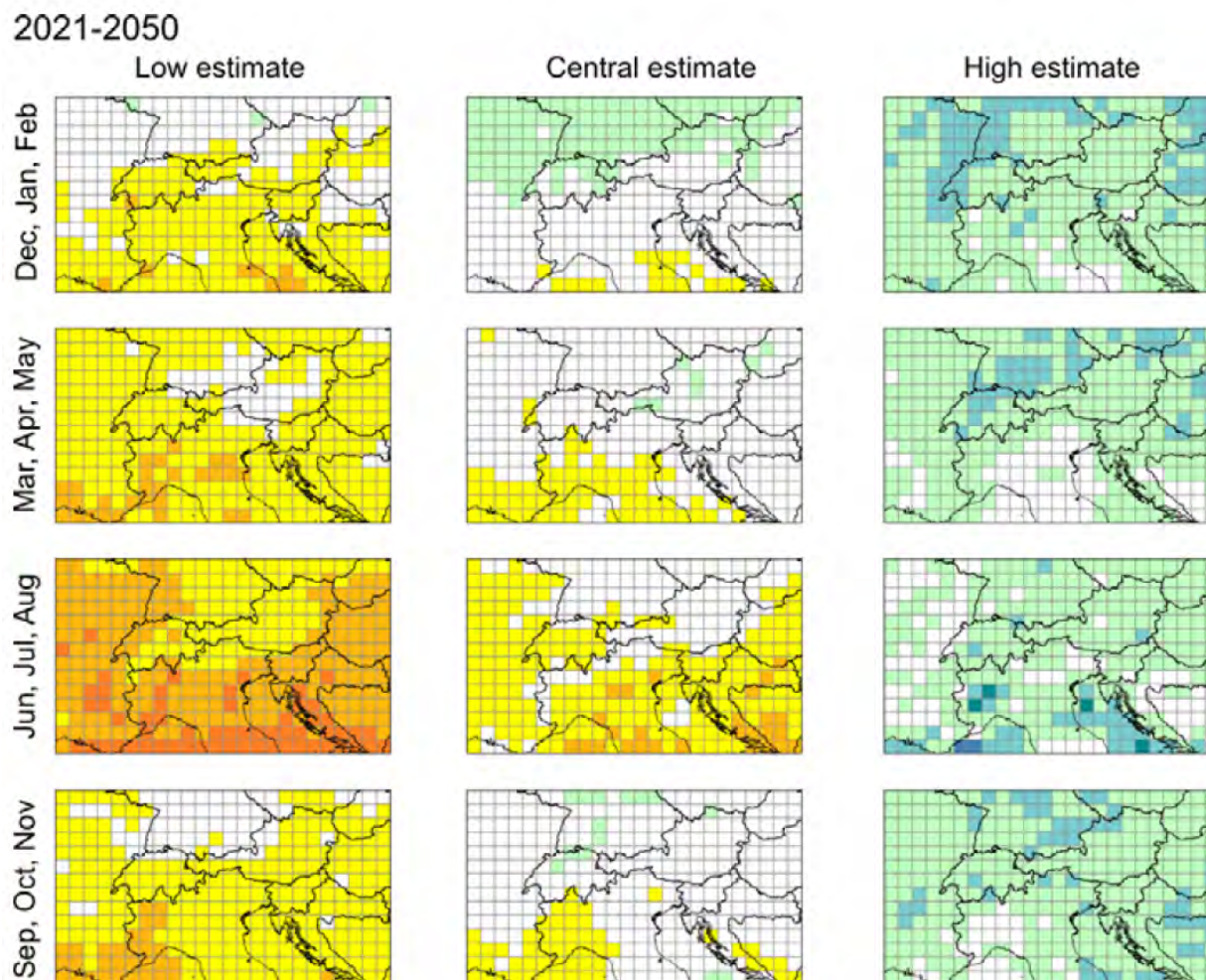
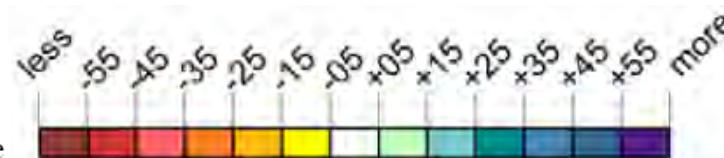


Figure 20: Change of seasonal precipitation sums in the periods 2021-2050 and 2071-2100 vs. 1971-2000 per meteorological season as estimated using an ensemble of 14 (2050) and 12 (2100) RCM runs. The "low estimate" corresponds to the 10th percentile, the "central estimate" to the 50th percentile, and the "high estimate" to the 90th percentile.



Précipitations

Projections

Précipitations moyennes annuelles

A la fin du siècle, l'accord entre les modèles est plus fort et les changements simulés sont plus prononcés :

Estimation centrale :

- augmentation de +15% en hiver (+25% dans les Alpes centrales)
- diminution de -15% en été (-25% dans les parties méditerranéennes)

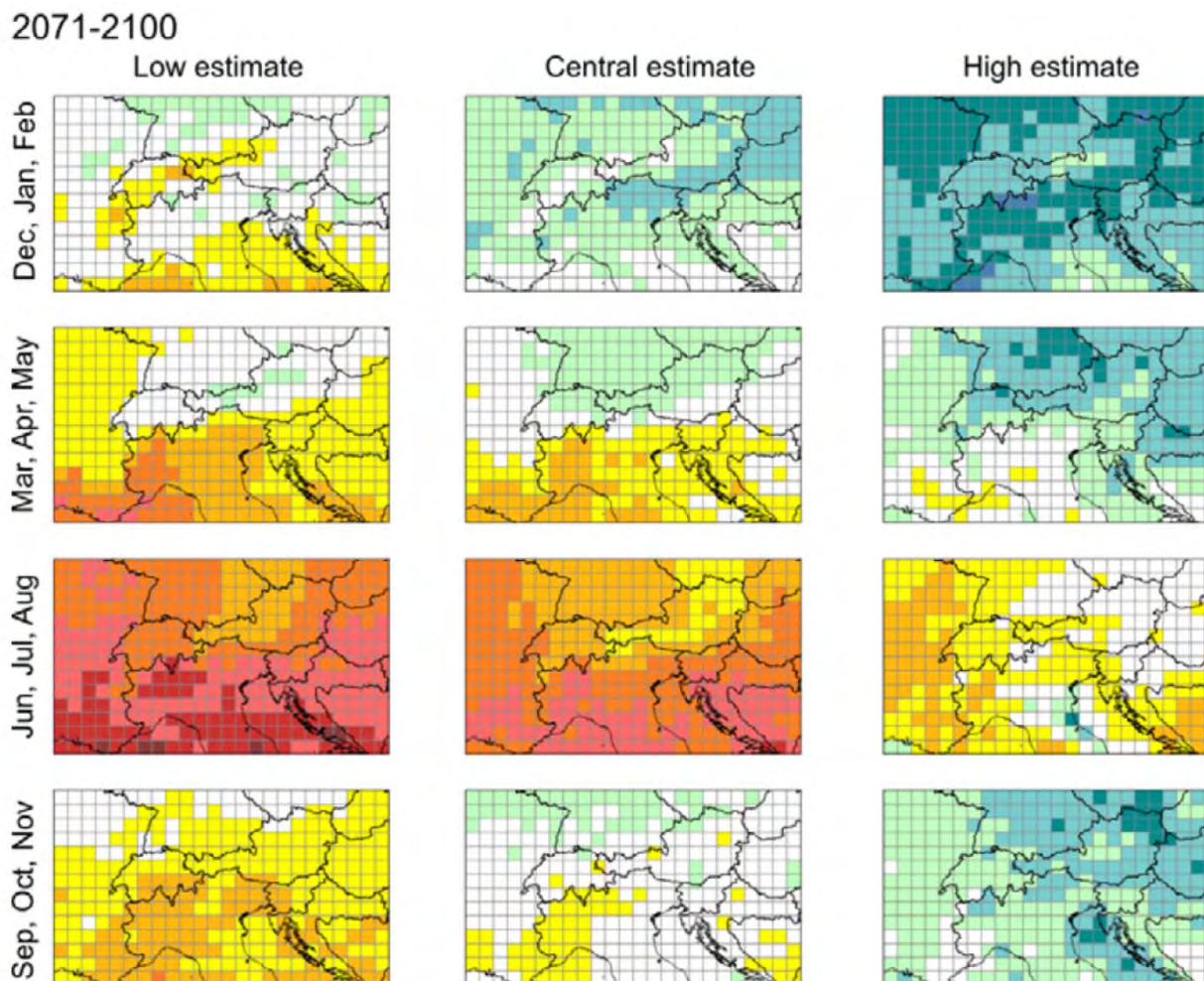


Figure 20: Change of seasonal precipitation sums in the periods 2021-2050 and 2071-2100 vs. 1971-2000 per meteorological season as estimated using an ensemble of 14 (2050) and 12 (2100) RCM runs. The "low estimate" corresponds to the 10th percentile, the "central estimate" to the 50th percentile, and the "high estimate" to the 90th percentile.



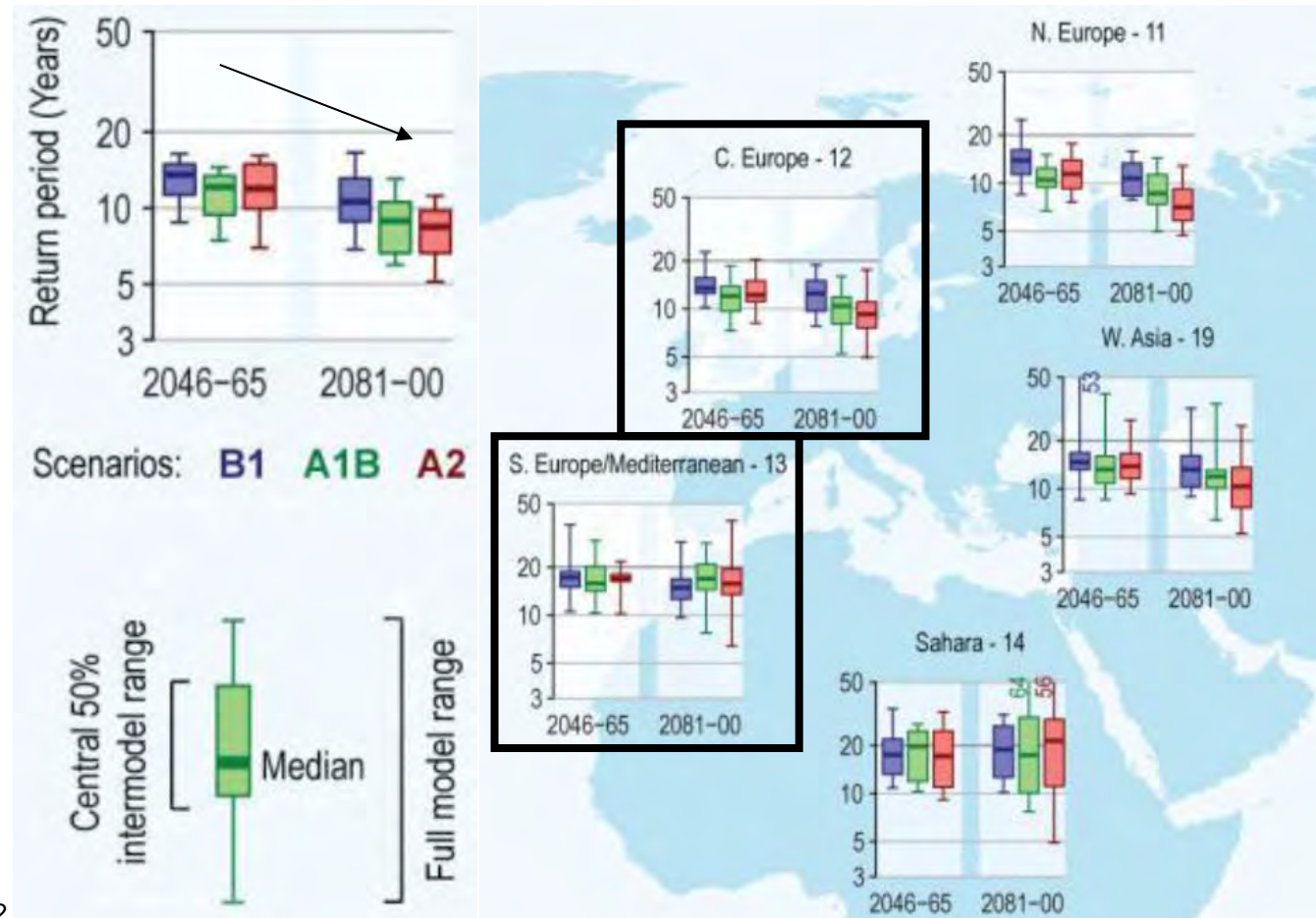
Précipitations

Projections

Précipitations intenses / extrêmes

- augmentation des événements météorologiques extrêmes ?

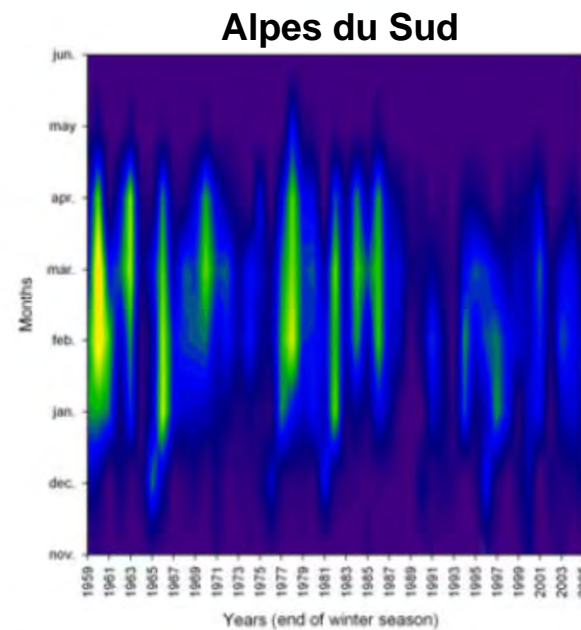
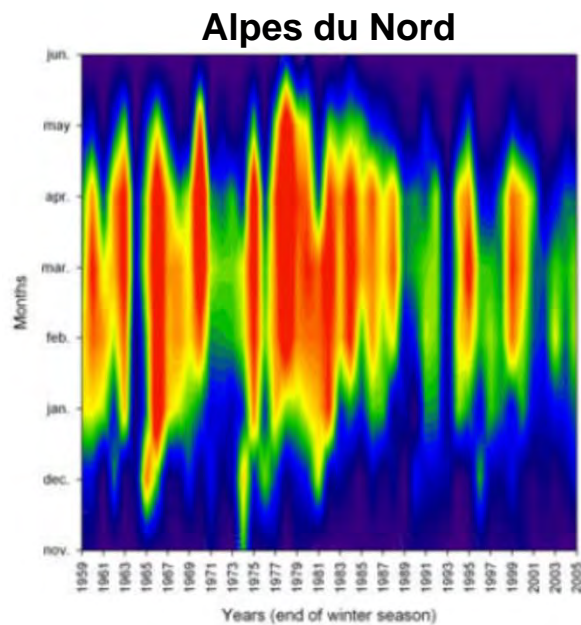
Le GIEC prévoit une diminution de la période de retour des précipitations considérées actuellement comme vingtennales...



Enneigement

Observations

- diminution observée en durée et hauteur surtout à basse et moyenne altitude (1500m) après les années 1980



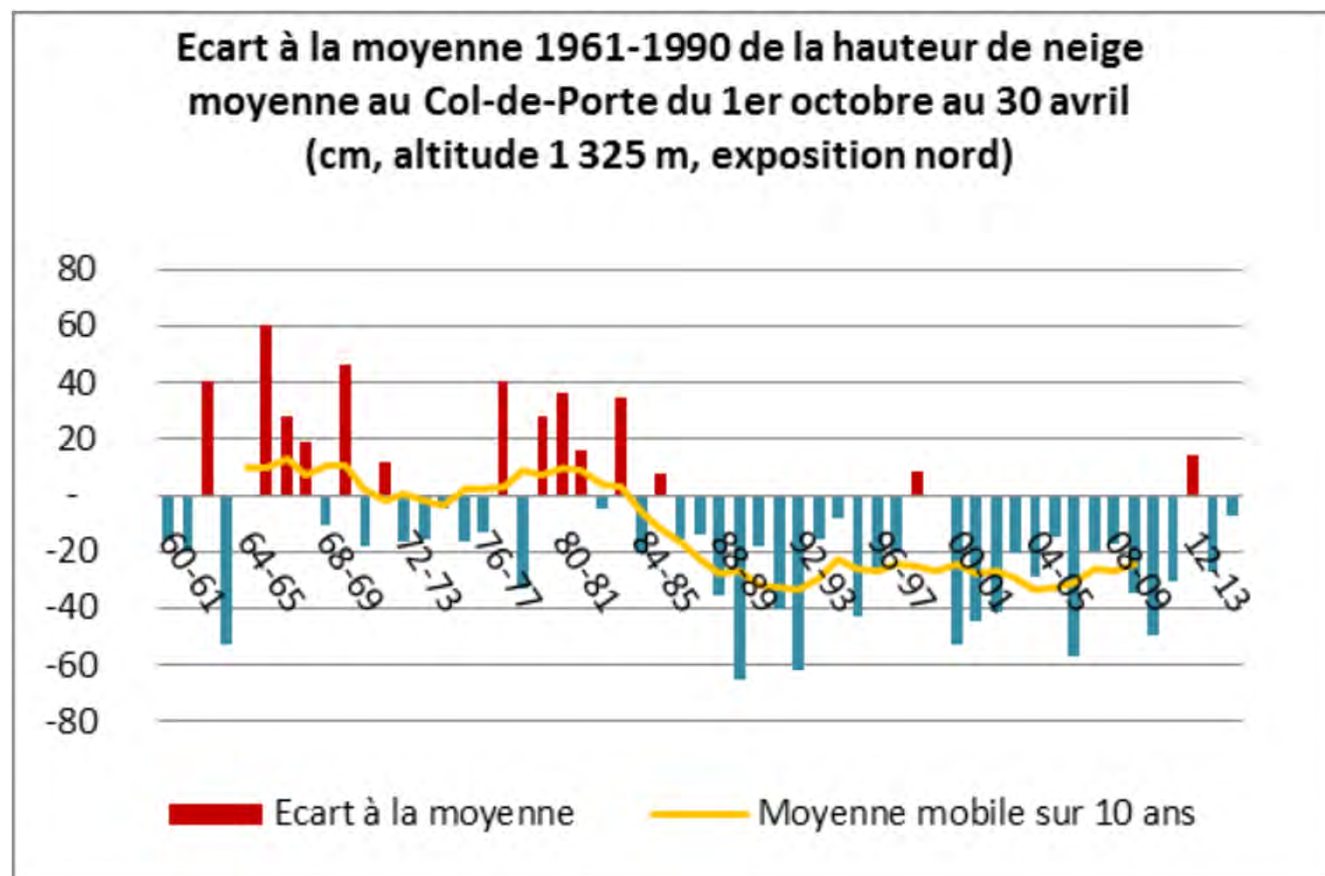
Distribution annuelle des valeurs mensuelles de l'épaisseur de neige à **1800m d'altitude** dans les Alpes françaises du N. et du S. modélisées par la chaîne SCM sur la période 1959-2005

(Durand et al., 2009)

- tendances similaires dans les autres pays alpins

Enneigement

Observations

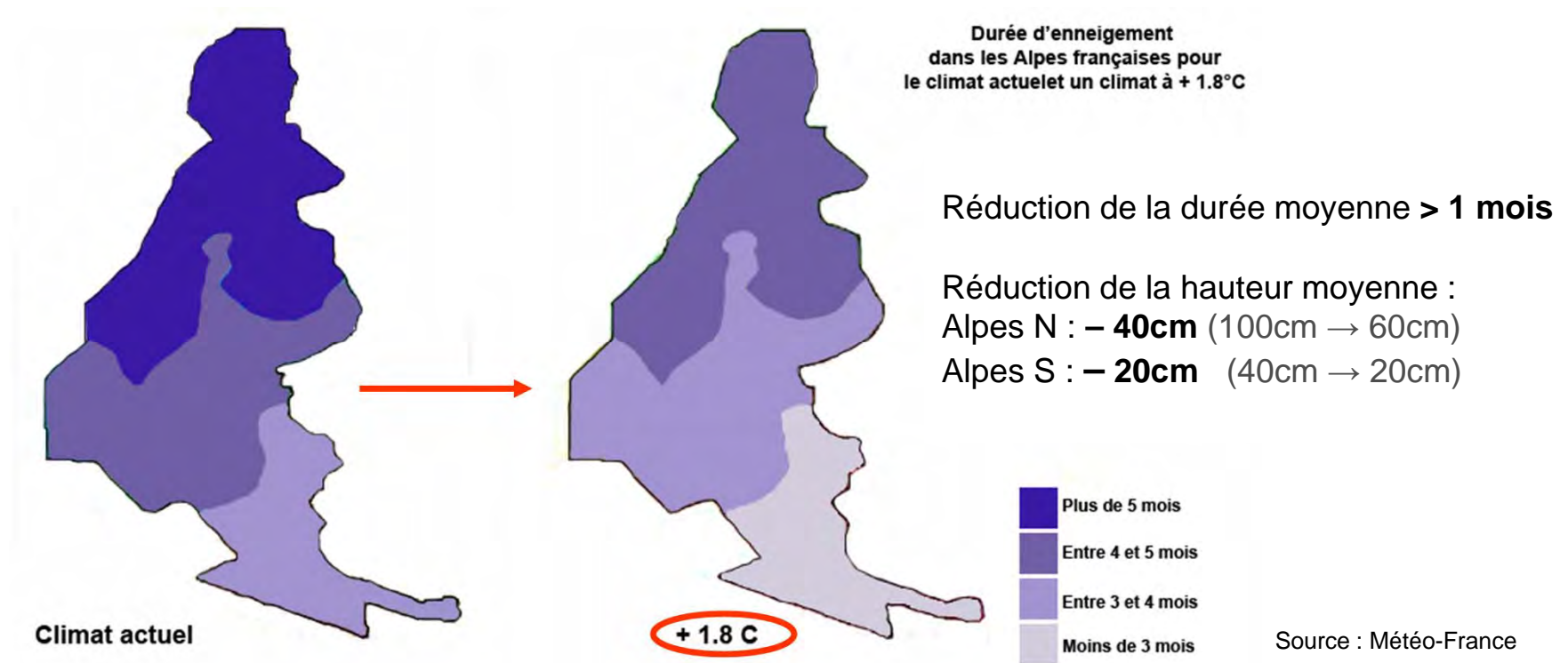


Baisse marquée <1700m
(-28% soit -27cm au col de Porte)
plus marquée en début et fin d'hiver

Enneigement

Projections

- diminution de la **durée** et de la **hauteur** du manteau neigeux surtout à basse et moyenne altitude

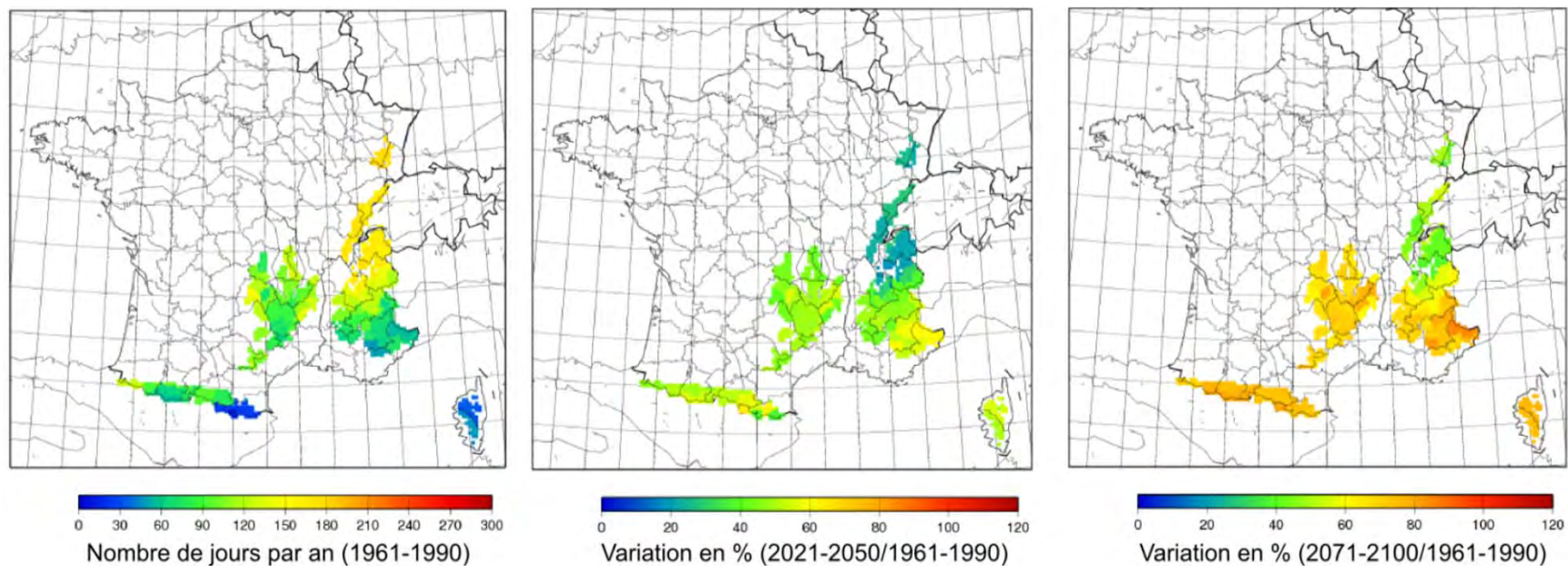


- la **variabilité interannuelles** de l'enneigement (caractéristique déjà typique) pourrait s'accroître dans le futur aussi bien au sud qu'au nord, notamment vers 2000m d'altitude

Enneigement

Projections

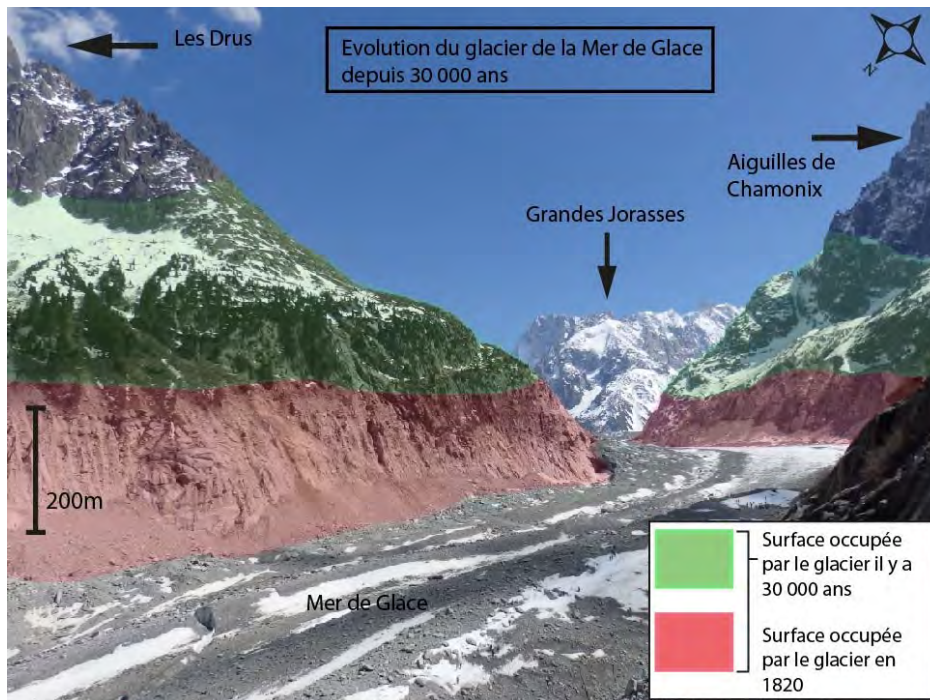
- **Réduction de la durée annuelle d'enneigement**, dès le milieu du 21^{ème} siècle, à toutes les altitudes inférieures à 2500 m, dans des proportions pouvant atteindre 40 % en 2050 et 80 % en 2100
- Les résultats concernant les indices de phénomènes météorologiques extrêmes confirment ceux des précédents projets nationaux ou européens : aggravation du risque de sécheresse et de canicule, pluies intenses un peu plus fréquentes, et impact faible sur les tempêtes



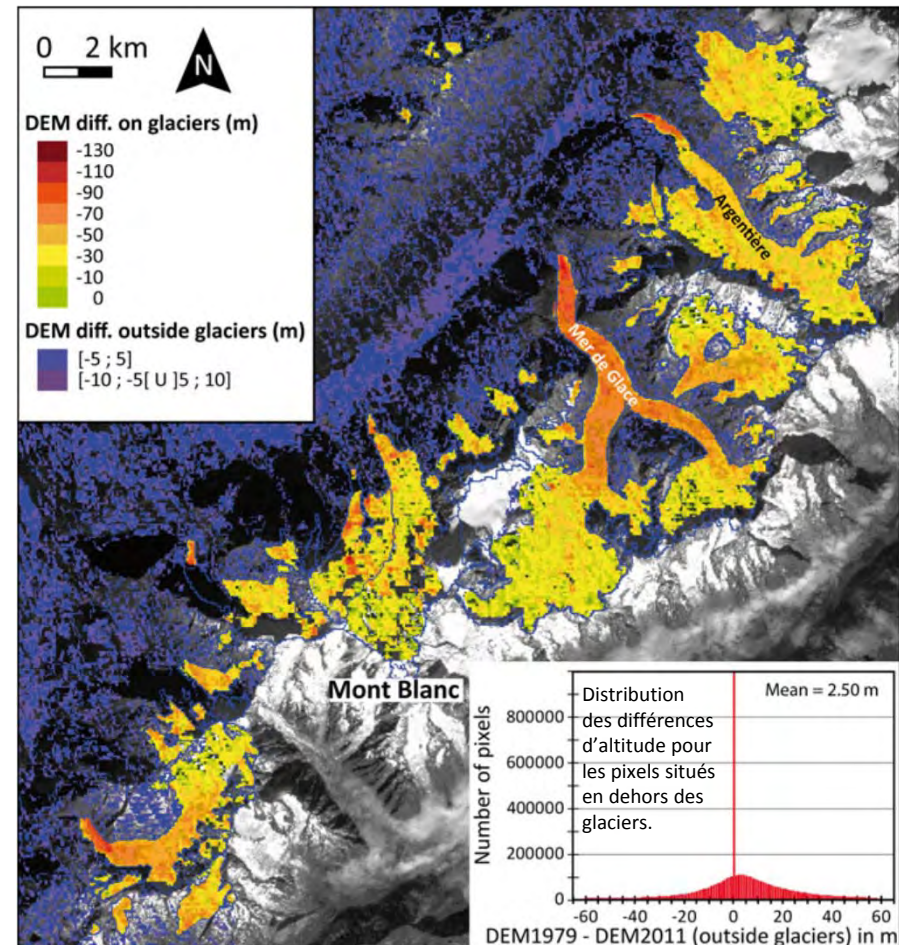
Nombre moyen de jours avec hauteur de neige supérieure ou égale à 5 cm.
Altitude 1500m, scénario A1B, moyenne des modèles haute résolution SCAMPEI

Glaciers

- Recul généralisé depuis fin PAG (milieu 19e)
- Intensification de la période d'ablation depuis les années 1990 (l'accumulation a peu changé)



Evolution de la Mer de Glace depuis 30 000 ans. (Source *Simon Gérard*).



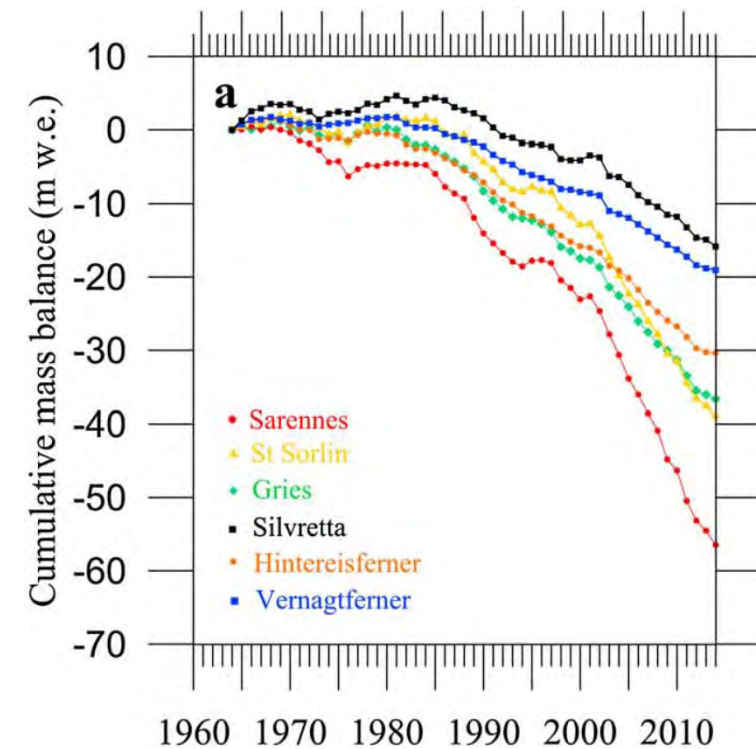
Différence d'altitude 2011-1979 (MNT SPOT5 vs MNT IGN) dans la partie française du massif du Mont-Blanc et le massif des Aiguilles Rouges.

Glaciers

- Signal climatique commun dans tout l'Arc alpin
 - Bilans de masse ponctuel très cohérent : jusqu'à -80% pour les glaciers < 10 km²
 - Changements dans les bilans de masse surfaciques comparés à ceux de la période 1962–1982 (conditions 'stationnaires') :
 - Période 1983–2002 : 0.85 m e.e
 - Période 2003–2013 : 1.63 m e.e



Glaciers : Vernagtferner (Vernagt), Hintereisferner (Hef.), Silvretta (Silv.), Gries, Saint Sorlin (Sor.), et Sarennes (Sar.), Zone grisée : > 2000m



Bilans de masse cumulés.

Hydrologie

Observed average timing of river floods in Europe, 1960–2010

- Réchauffement :
→ **Crues de fonte + précoces** au printemps au NE
- Perturbations hivernales décalées en lien avec le réchauffement polaire :
→ **Crues hivernales + tardives** autour de la Mer du Nord et certains secteurs de la côte méditerranéenne
- Maxima d'humidité du sols + précoces :
→ **Crues hivernales + précoces** en Europe de l'Ouest

Signature climatique claire dans l'observation des crues à l'échelle continentale

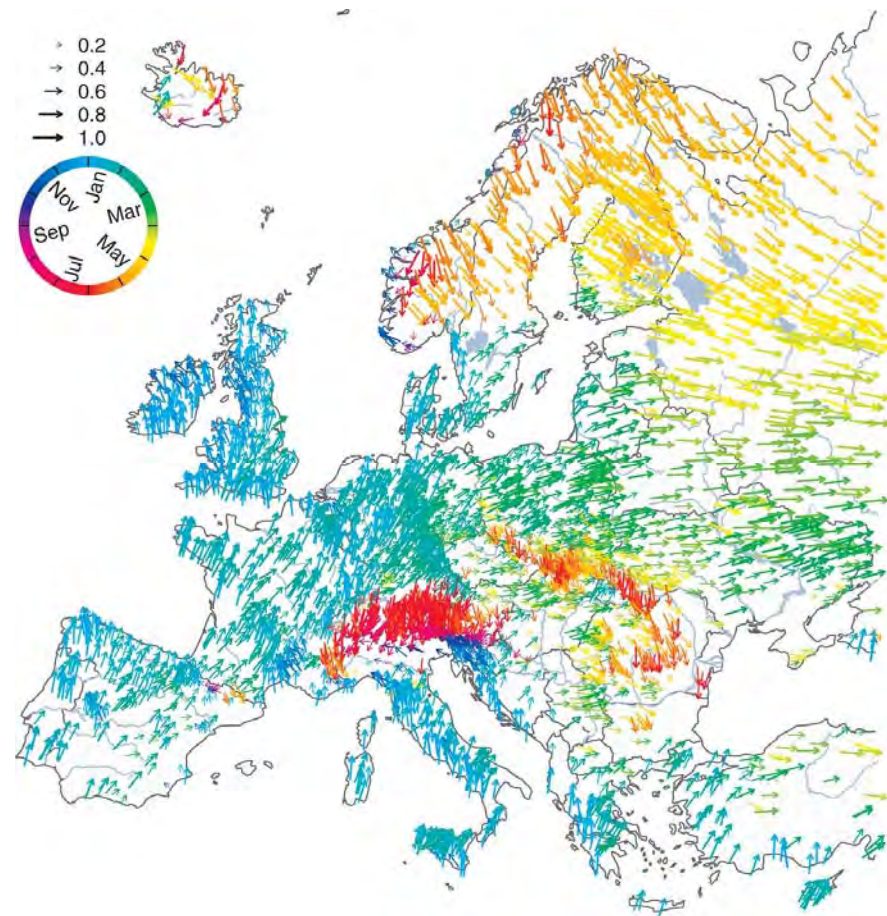
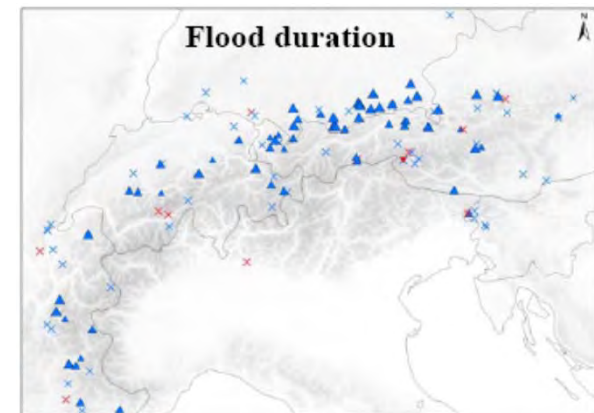
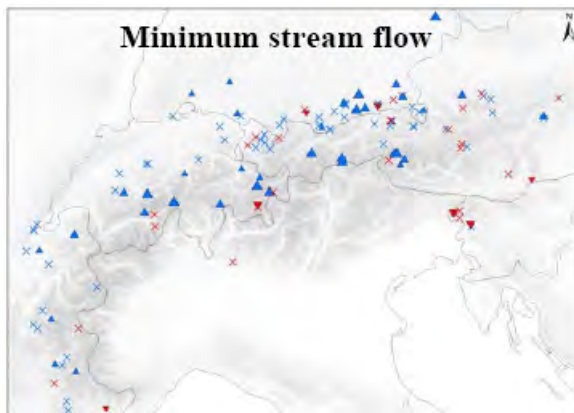
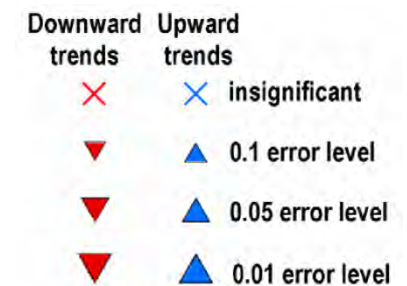


Fig. 3. Observed average timing of river floods in Europe, 1960–2010. Each arrow represents one hydrometric station ($n = 4062$). Color and arrow direction indicate the average timing of floods, as indicated by the circular color scale (light blue, winter floods; green to yellow, spring floods; orange to red, summer floods; purple to dark blue, autumn floods). Lengths of the arrows indicate the concentration of floods within a year (0, evenly distributed; 1, all floods occur on the same date).

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**



Forêts alpines

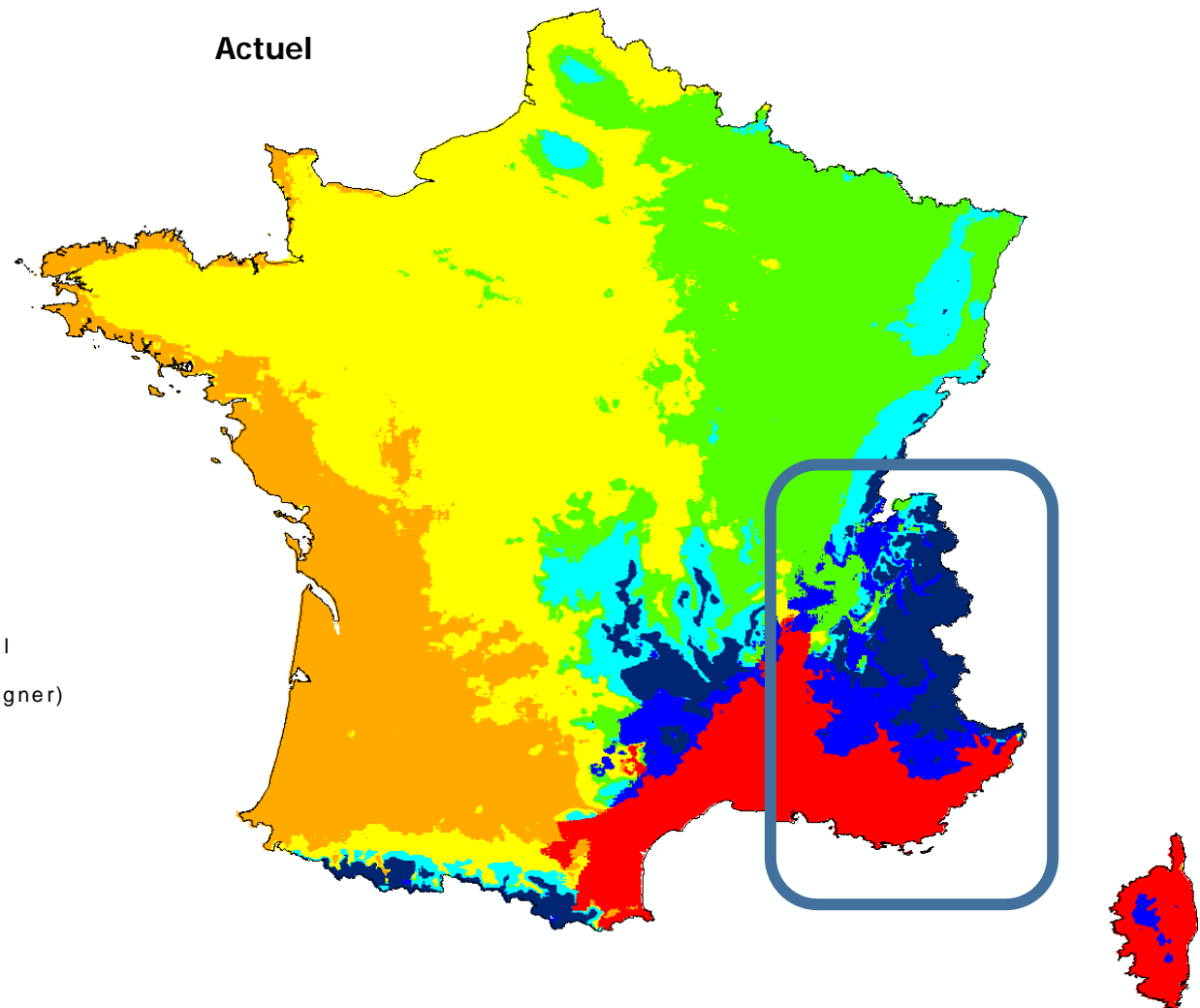
PROJECTIONS

Extension des aires de forêts

- Sub Alpin (Pin cembro)
- Montagnard (Mélèze)
- Montagnard-collinéen (Sapin)
- Plaine – continental (Pin sylvestre, Hêtre)
- Plaine – centre (Chênes, Charme, Châtaigner)
- Plaine – océanique (Pin maritime)
- Méditerranéen (Chêne vert)

Montagne : 16%

Méditerranée : 9%



Forêts alpines

PROJECTIONS

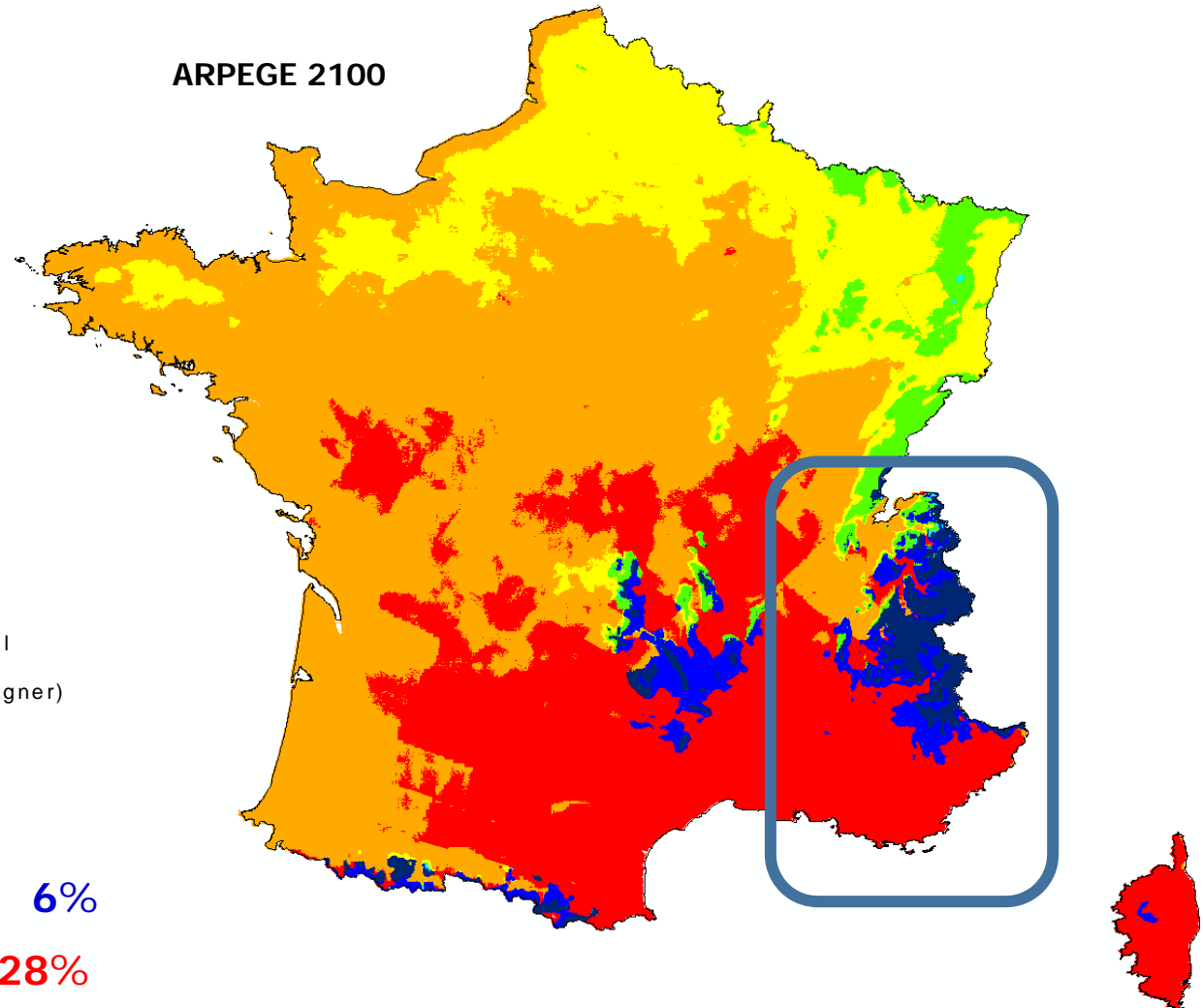
ARPEGE 2100

Extension des aires de forêts

- Sub Alpin (Pin cembro)
- Montagnard (Mélèze)
- Montagnard-collinéen (Sapin)
- Plaine – continental (Pin sylvestre, Hêtre)
- Plaine – centre (Chênes, Charme, Châtaigner)
- Plaine – océanique (Pin maritime)
- Méditerranéen (Chêne vert)

Montagne : 16% → 6%


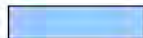

Méditerranée : 9% → 28%



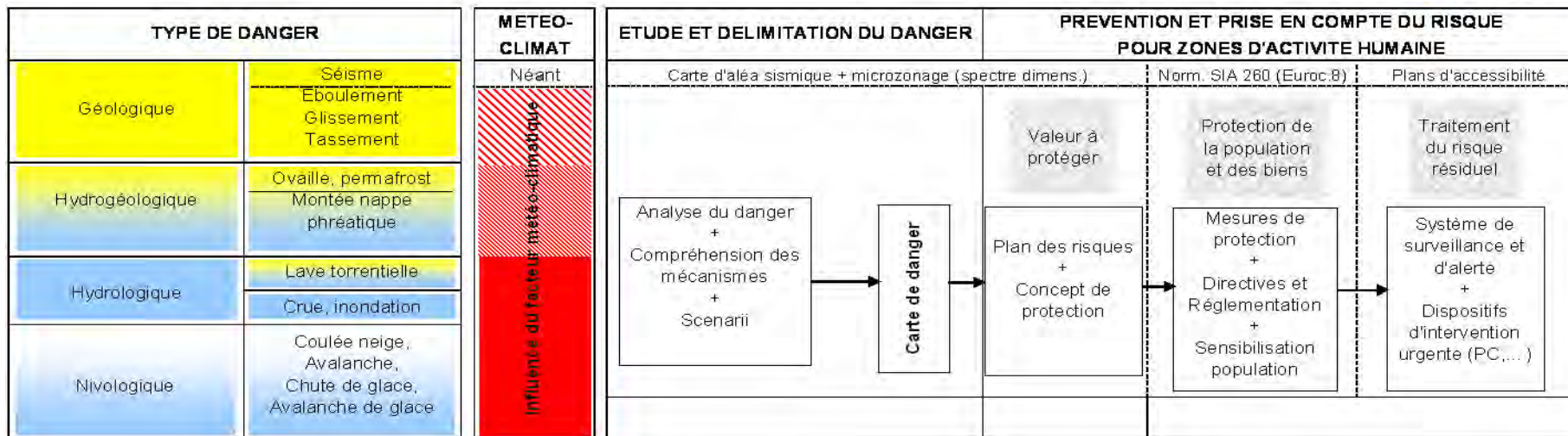
Impact sur les aléas naturels alpins

DANGERS NATURELS ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE EN REGION DE MONTAGNE

Tableau synoptique : DE L'ALEA AU RISQUE

-  = Terre
-  = Eau
-  = Neige

Sion, le 24.10.2006
DC/jdr
flow-chart DANA-RISQUE



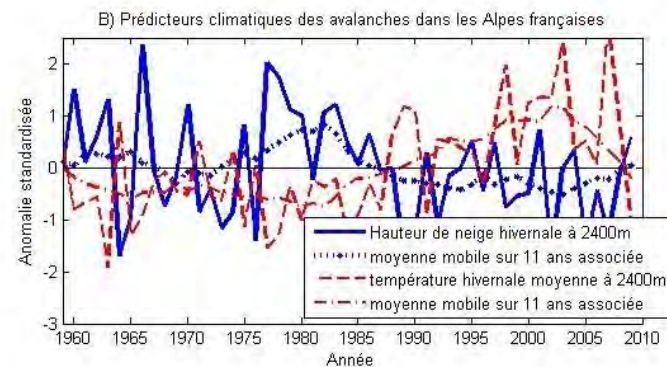
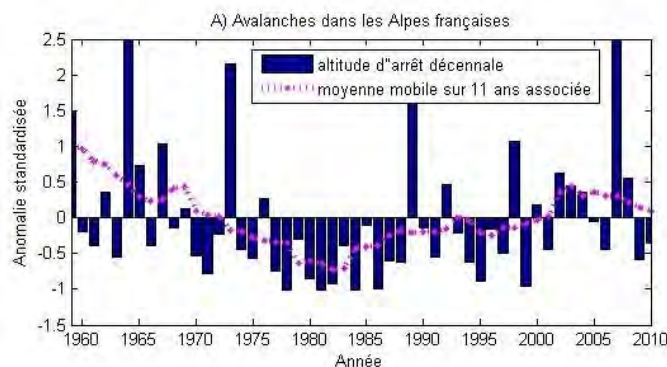
Impact sur les aléas naturels alpins

- Les phénomènes naturels sources de danger en montagne résultent de **mécanismes complexes impliquant de nombreux processus physiques en interaction**, et **parfois des phénomènes couplés ou en cascade** (ex.: aléas torrentiels déclenchés par des phénomènes d'origine glaciaire et périglaciaire).
- L'activité des aléas naturels présente généralement une **forte variabilité spatiale et temporelle**, dont les dispositifs d'observation ne rendent pas toujours suffisamment compte, si bien que **l'influence du climat est souvent difficile à établir au niveau local**.
- Les aléas correspondant à des **situations extrêmes**, leur fréquence est globalement faible, ce qui ne permet pas de constituer des échantillons d'observation suffisamment riches pour des analyses statistiques robustes.
- Les progrès scientifiques récents permettent néanmoins d'esquisser une **approche régionalisée des évolutions observées et des impacts avérés sur les aléas naturels dans les Alpes françaises**.

Risques d'avalanches

- L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) répertorie les avalanches se produisant sur un nombre défini de couloirs répartis sur le territoire français.
- 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.



(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).

Risques d'avalanches

- Dans les Alpes du Nord, le **point de rupture** a été identifié autour de l'année 1977. **L'épaisseur de neige en hiver semble être le principal paramètre de contrôle des avalanches dans cette zone.**

Le point de rupture est légèrement plus tardif (entre 1979 et 1984) dans les Alpes du Sud, où les tendances semblent plus fortement corrélées à la température hivernale.

- On constate par ailleurs 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**.

Risques d'origine torrentielle

- Les **crues torrentielles** sont des événements de fort débit liquide et solide dans les chenaux à forte pente des torrents et rivières torrentielles, se déclenchant généralement suite à des épisodes hydrométéorologiques brutaux, et aux conséquences destructrices parfois catastrophiques :

Exemples de catastrophes liées aux crues torrentielles : Le Grand Bornand en juillet 1987, Vaison-La-Romaine en sept. 1992, et plus récemment les crues torrentielles méditerranéennes dans le Var en juin 2010, nov. 2011 ou sur le littoral des Alpes-Maritimes en octobre 2015.

- Les **laves torrentielles**, ou coulées de débris, qui se produisent dans des bassins versants de montagne, se déclenchent généralement suite à de fortes pluies d'orage (dans quelques cas, la rupture de lac ou poche d'eau glaciaire peut aussi en être la cause*). Ces écoulements se caractérisent par une cinétique rapide, une forte capacité de transport solide et la présence de blocs rocheux de grande taille, dont les effets destructeurs peuvent être importants.

* Exemple de la « catastrophe du glacier de Tête Rousse »

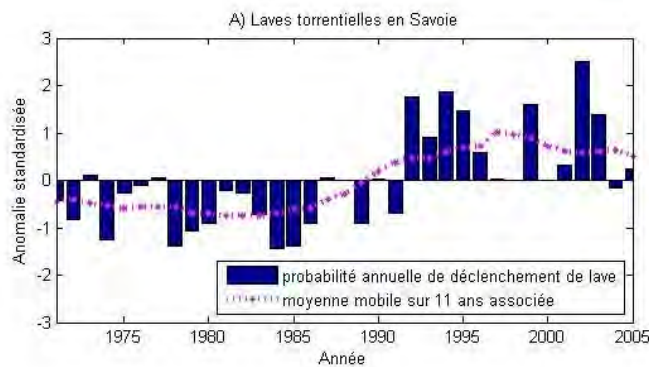
Risques d'origine torrentielle

- **Déficit d'observations météorologiques** encore + marqué pour les petits BV montagneux qu'en plaine
- **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)
- **Réduction fourniture en matériaux** / crues faible et moyenne magnitude (Alpes du Sud)
 - => diminution largeur lits torrentiels (rivières torrentielles, cônes de déjection)
 - => ne signifie pas une diminution progressive de l'aléa !

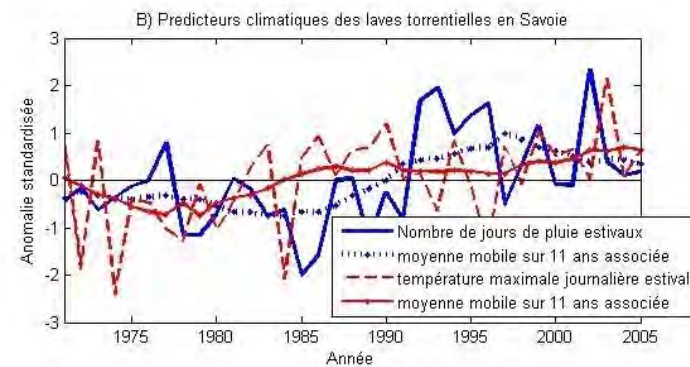
Risques d'origine torrentielle

- L'analyse statistique de plus de 500 événements répertoriés depuis 1970 dans la base de données du Service de Restauration de Terrains en Montagne (RTM) de l'ONF 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)



(B) Paramètres météorologiques estivaux prédicteurs identifiés (données : Météo-France)

Mouvements de terrain

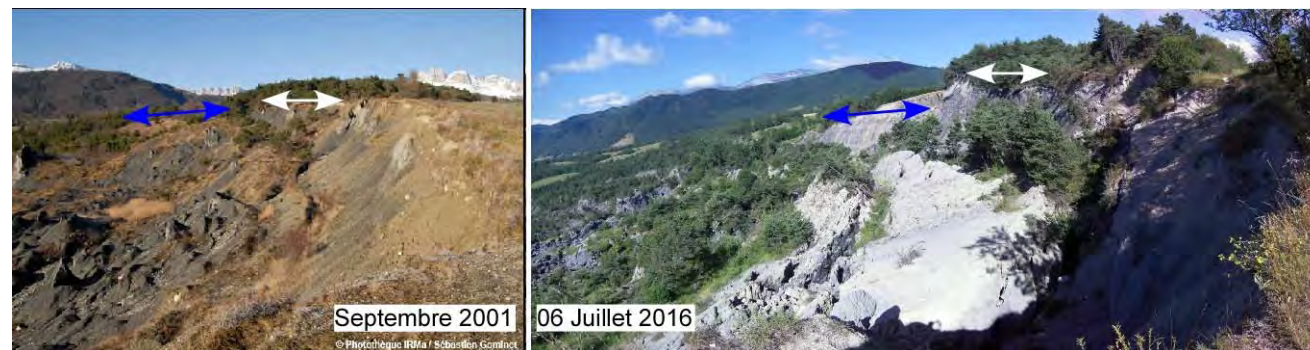
- Pas de tendance avérée pour les **glissements profonds**



Glissement rocheux de Séchilienne (Isère)

Mouvements de terrain

- Pas de tendance avérée pour les **glissements profonds**
- Mais des **réactivations remarquables** :



Glissement argileux de l'Harmalière (Isère), juillet 2016

Mouvements de terrain

- Augmentation apparente des **glissements superficiels** dans certains secteurs (ex. en Isère, Savoie...)

Glissements superficiels le long de la RD213, accès au col de la Madeleine, les 29 et 30 mai 2010



Mouvements de terrain

- Des **coulées boueuses** en plein hiver...

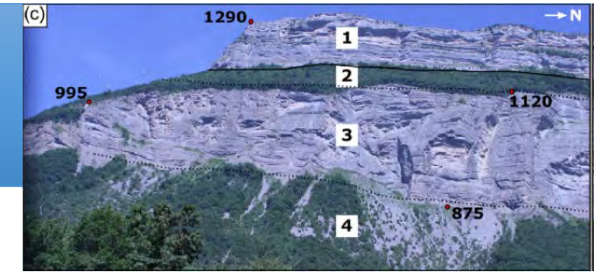
Ex. en Savoie :

Coulées de boue mélangées à des blocs et à de la glace sur la route d'accès à La Giettaz (RD909) le 6 décembre 2010

Cet événement s'est produit après un épisode de froid et des chutes de neige importantes le 1^{er} décembre, suivi d'un réchauffement le 6 décembre accompagné de précipitations violentes très localisées, plus fortes que celles annoncées par Météo-France, avec 80 mm en 24h (évalués d'après le suivi de l'évolution des précipitations sur la station Flowcapt de l'Arly) contre 40 mm annoncés. De surcroît, la prévision locale annonçait des coulées de neige et non des coulées de boue (Fig. 25). La survenue d'un tel phénomène à cette époque de l'année est assez atypique sur les derniers 10 ans.



Mouvements de terrain

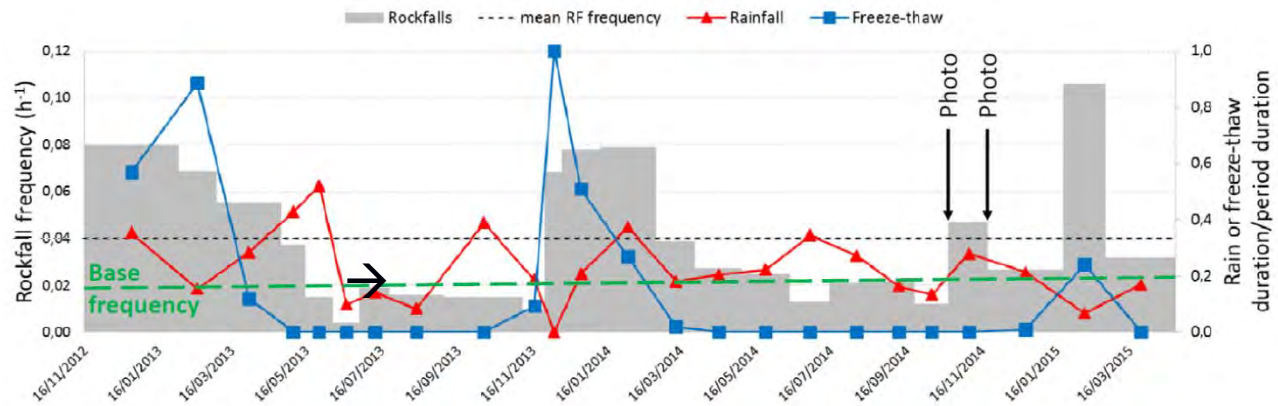


- **Chutes de blocs** : influence avérée des **conditions météorologiques**

Observations sur les falaises du Mont Saint-Eynard (agglomération grenobloise) :

Résultats de la BD 1 (précision ≈ mois)

- cycles gel/dégel
- précipitations



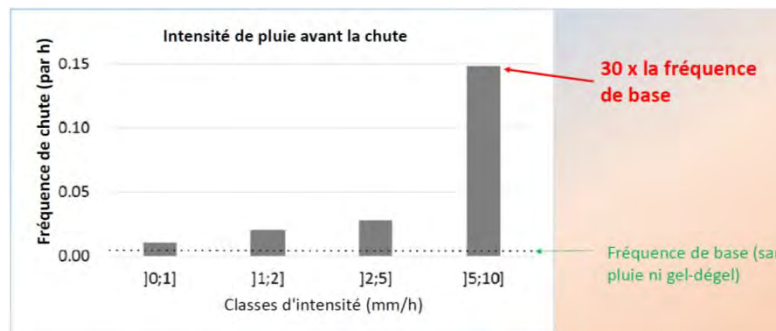
Les 7 périodes avec le plus de gel-dégel donnent les 7 fréquences les plus élevées

L'influence de la pluie semble moins marquée

50% de la variabilité peut être expliqué par le gel-dégel et la pluie

50% des chutes se produisent sans gel-dégel ni pluie (fréquence de base)

Résultats de la BD 2 (précision: 10 mn à 20 h)
Analyse de l'influence de la pluie



Mouvements de terrain

- **Chutes de blocs** : situation contrastée en fonction des secteurs et des gammes d'altitude
→ Sur les **réseaux routiers** : augmentation apparente en Savoie / diminution apparente en Valais (biais d'observation ?)



Fig. 27. Exemples de chutes de blocs sur des routes en Savoie en janvier 2011



RD76 Montgellafrey 10/01/11



RD914a col du Chat 09/01/11

RD1006 Orelle 16/01/11

Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- **Le permafrost (ou pergélisol)** est un **terrain gelé en permanence**, et qui ne dégèle qu'en surface pendant la saison estivale. On le rencontre dans les Alpes au-dessus de 2600 mètres d'altitude environ en orientation Nord, surtout dans les endroits abrités du rayonnement solaire direct tels que les creux topographiques et en pied de parois. On estime qu'à partir de 3500 mètres, toutes les parois rocheuses sont gelées, quelle que soit l'orientation des versants.
- Phénomène lié au climat froid de la haute montagne, **le permafrost est impacté par le réchauffement climatique**. L'évolution de la température du sol ne dépend toutefois pas uniquement de la température de l'air. Dans les zones peu pentues, elle est très **fortement influencée par le couvert neigeux**, qui isole le sol des températures de l'air. Un enneigement précoce favorise la conservation de la chaleur emmagasinée pendant l'été, tandis qu'un enneigement tardif favorise le refroidissement automnal du sol. Au printemps, un déneigement tardif retarde le réchauffement du sol.
- Ces impacts se manifestent autant dans les **parois rocheuses** de haute altitude (typiquement au-dessus de 2600 à 3000 m en fonction de l'orientation de la paroi) que dans les formations superficielles riches en glace (**éboulis, glaciers rocheux**) situées en contrebas.

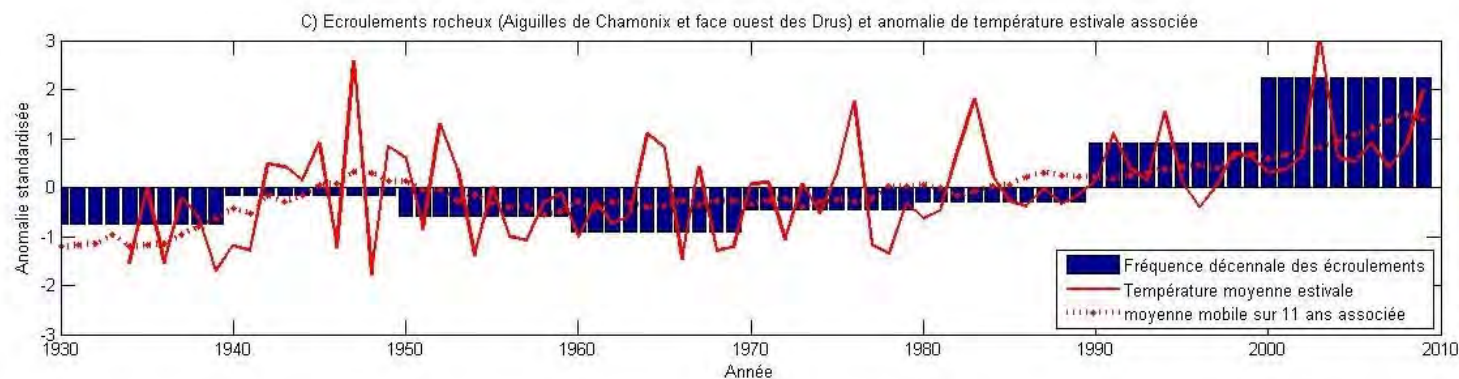
Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- Dans les parois rocheuses, ces épisodes peuvent également provoquer une forte **recrudescence des chutes de blocs** et des **éboulements/écroulements**.

Les reconstitutions basées sur le repérage des niches d'arrachement sur les photographies anciennes dans des secteurs à permafrost du massif du Mont Blanc montrent en effet une corrélation entre la fréquence décennale des écroulements rocheux (> 100 m³) et le réchauffement enregistré depuis le début du XXe siècle.

Le **regain d'activité constaté depuis les décennies 1990 et 2000** est particulièrement manifeste, en particulier lors des étés caniculaires (2003, 2015). Par ailleurs, ces phénomènes se produisent désormais dans des tranches d'altitude jusque-là non affectées (pour la première fois au-dessus de 4000m lors de l'épisode 2015).



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

Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- Dans les parois rocheuses, ces épisodes peuvent également provoquer une forte recrudescence des **chutes de blocs** et des **éboulements/écroulements**.



Aiguille du Tacul, 27/08/2015

<https://www.youtube.com/watch?v=c8fSGYTVXMg>



Tour Ronde, 27/08/2015

<https://www.youtube.com/watch?v=O2LL6fmKXck>

Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

Catastrophe de Bondo dans le Val Bregaglia, le 23 août 2017



<https://www.youtube.com/watch?v=YbuAeXem9dg>

<https://www.youtube.com/watch?v=S4miUcTPqWw>

Risques liés à la dégradation du permafrost

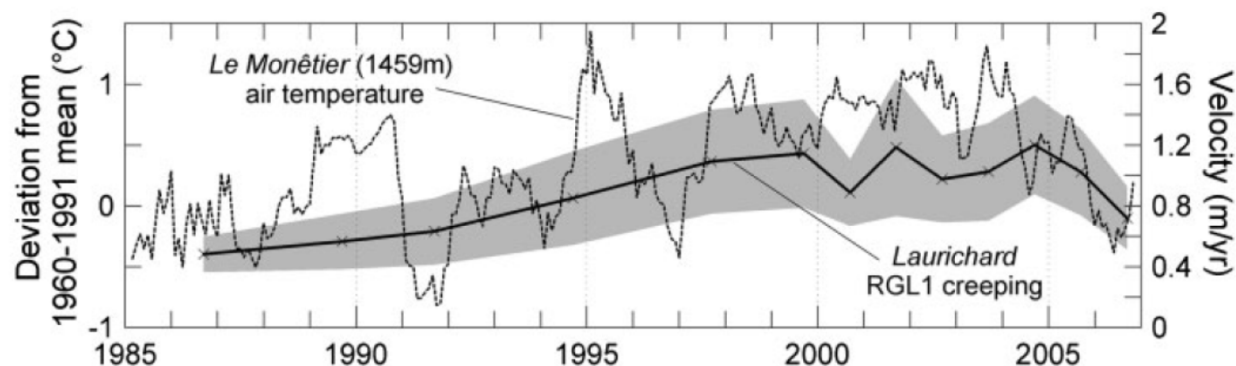
écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- Les **glaciers rocheux** sont constitués d'un mélange de glace et de débris rocheux, qui fluent sous l'effet de la déformation de la glace. La vitesse de déplacement des glaciers rocheux fluctue en fonction de la température du sol à une échelle pluriannuelle : on note une accélération progressive si le sol se réchauffe, et un ralentissement si le sol se refroidit.

Les mesures de **vitesse de déplacement du glacier rocheux du Laurichard**, au col du Lautaret, illustrent cette variation. On note une **accélération progressive depuis 1986**, liée au réchauffement. Le ralentissement de 2005-2007 est dû à deux hivers consécutifs avec enneigement très tardif. La valeur record atteinte en 2015 est très probablement liée aux effets cumulés de l'épisode caniculaire de juillet 2015 survenu à la suite à d'une période de deux années particulièrement chaudes.



Glacier rocheux du Laurichard



Vitesse moyenne des déplacements de surface basée sur 10 points de mesure (1986-2006), et moyenne mobile de l'anomalie de température moyenne de l'air à proximité.

Risques liés à la dégradation du permafrost

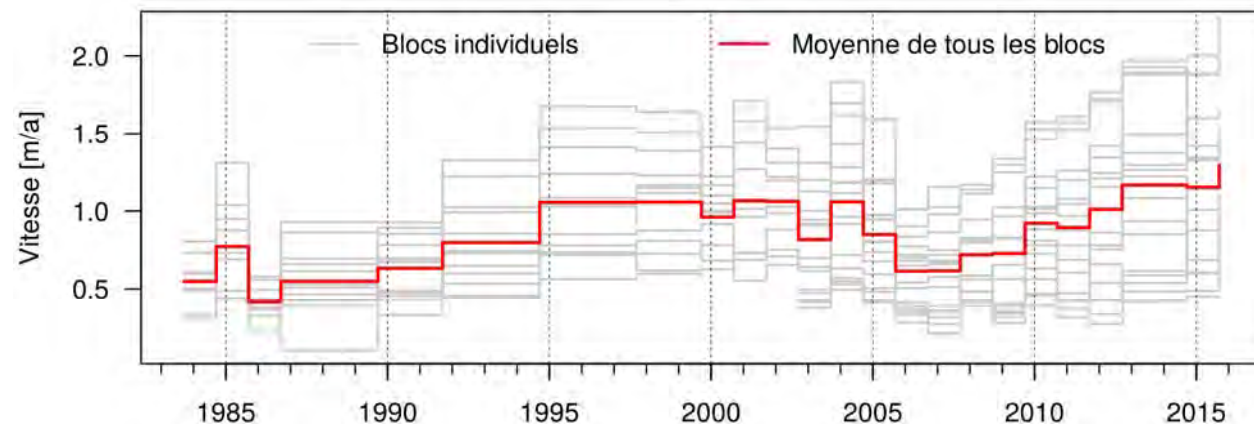
écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- Les **glaciers rocheux** sont constitués d'un mélange de glace et de débris rocheux, qui fluent sous l'effet de la déformation de la glace. La vitesse de déplacement des glaciers rocheux fluctue en fonction de la température du sol à une échelle pluriannuelle : on note une accélération progressive si le sol se réchauffe, et un ralentissement si le sol se refroidit.

Les mesures de **vitesse de déplacement du glacier rocheux du Laurichard**, au col du Lautaret, illustrent cette variation. On note une **accélération progressive depuis 1986**, liée au réchauffement. Le ralentissement de 2005-2007 est dû à deux hivers consécutifs avec enneigement très tardif. La valeur record atteinte en 2015 est très probablement liée aux effets cumulés de l'épisode caniculaire de juillet 2015 survenu à la suite à d'une période de deux années particulièrement chaudes.



Glacier rocheux du Laurichard



Variation des vitesses de déplacements du glacier rocheux du Laurichard entre 1984 et 2015.
En gris : valeurs des différents points mesurés. En rouge : vitesse moyenne.

Source : Bodin et al. 2015, mis à jour.

Réf. ORECC 2016

Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- Des épisodes de forte chaleur, liés au réchauffement climatique, peuvent engendrer des événements plus brutaux : **déstabilisation et rupture du glacier rocheux** du Bérard (04) en 2006, **détachement de couche active** et **lave torrentielle** à Lanslevillard (73) en 2015



Le Bérard, été 2006



◀ Zones de départ au front des glaciers rocheux du col du Lou, été 2015

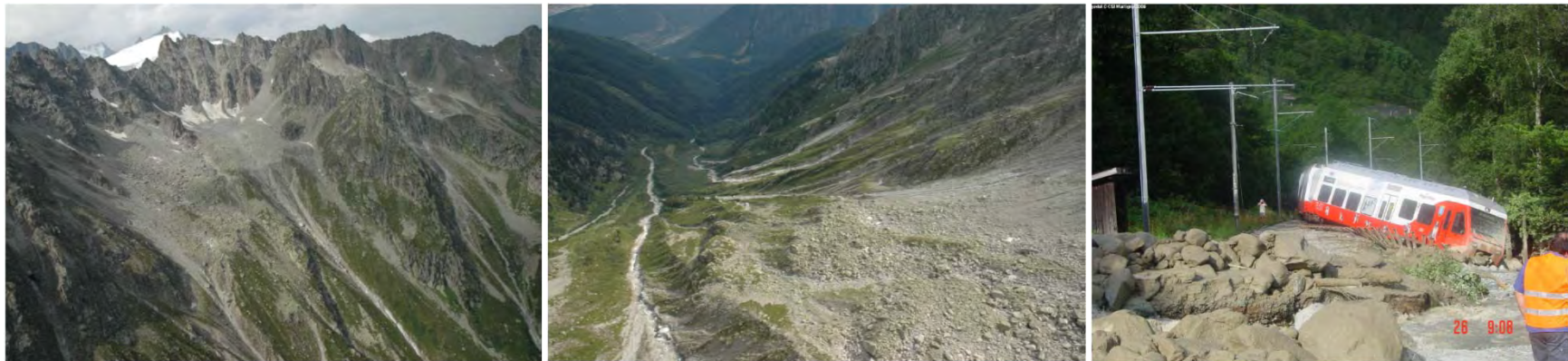
Deux laves torrentielles successives ayant endommagé Lanslevillard le 14 août 2015 ▼



Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

- ... ou précédemment à Martigny en 2006



Lave torrentielle du torrent Durnand, 26 juillet 2006, près de Martigny (Valais) : alimentation en matériaux par un glacier rocheux

Risques liés à la dégradation du permafrost

écroulements, glacier rocheux instables et laves torrentielles

■ Thermokarst

Ubaye (massif du Chambeyron) : vidange du lac Chauvet par érosion du barrage morainique (~2850 m d'altitude)



Vidanges périodiques avec retrait glaciaire

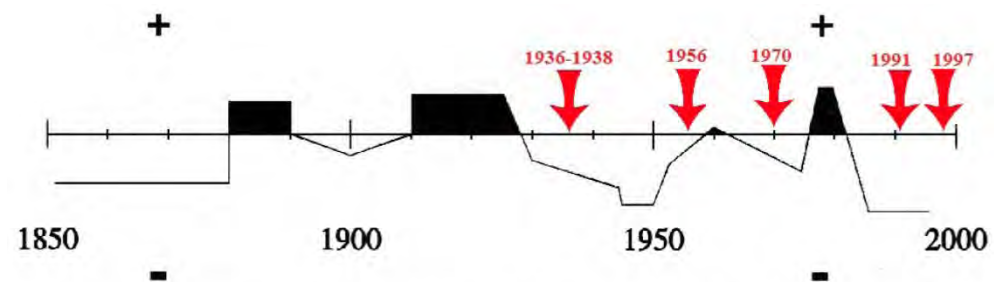


Fig 9 : Périodes climatiques favorables (+) et défavorables (-) aux glaciers de l'Ubaye depuis 1850. Image prise de *Glaciers et glaciers rocheux de l'Ubaye*, par Alain Assier, 1996

Risques d'origine glaciaire

■ Chutes de séracs / ruptures de glacier

ex. : Tacconnaz, Grandes Jorasses, Cheval Blanc (2002), Ruan (2009), Eté 2015...

Tacconnaz



D. Richard



C. Vincent, « Expert hearing » AdaptAlp, 26/01/2011

Glacier suspendu de Tacconnaz (Mont Blanc, France)

Eté 2015



Avalanche de glace partie du front du glacier des Bossons fin juin 2015 (volume : 100 000 à 200 000 m³).



Ecroulement de la langue inférieure du glacier des Bœufs Rouges, face au Refuge du Sélé (massif des Ecrins), durant la nuit du 20 au 21 juillet 2015

Einhorn, 2015 NPPS

Risques d'origine glaciaire

- **Chutes de séracs / ruptures de glacier**

ex. : Tacconnaz, Grandes Jorasses, Cheval Blanc (2002), Ruan (2009), Eté 2015...

- **Vidanges lacs pro-/supra- glaciaires**

ex. : Arsine (1986),



Source : BT Nature

Risques d'origine glaciaire

- **Chutes de séracs / ruptures de glacier**

ex. : Tacconnaz, Grandes Jorasses, Cheval Blanc (2002), Ruan (2009)...

- **Vidanges lacs pro-/supra- glaciaires**

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



Lac de Rochemelon :

-suivi par le RTM 73 entre 2001 et 2003

-menace vallées Arc et Ribon ?

→ Vidange contrôlée

Risques d'origine glaciaire

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

ex. : Tacconnaz, Grandes Jorasses, Cheval Blanc (2002), Ruan (2009)...

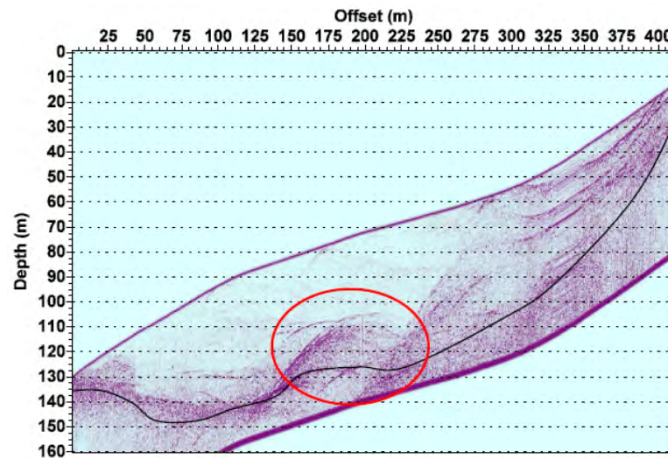
ex. : Arsine (1986), Rochemelon (2004-2005)...

ex. : Tête Rousse (1892 + depuis 2008)

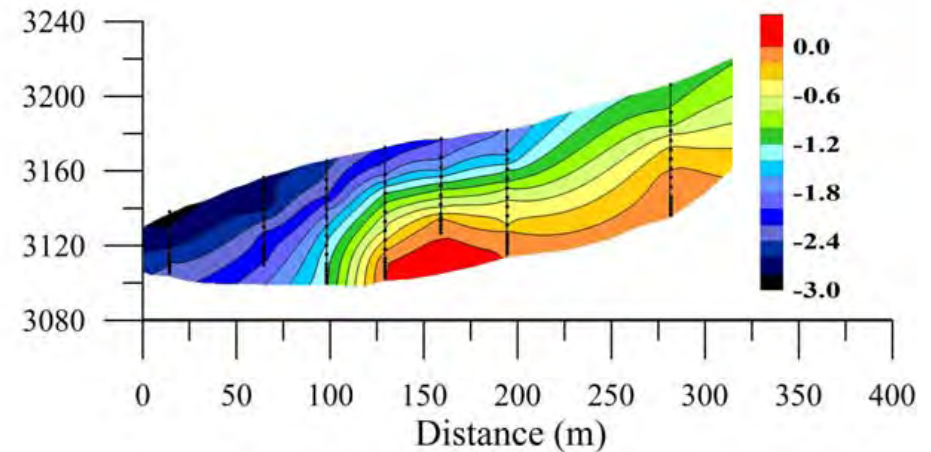
1892



2010



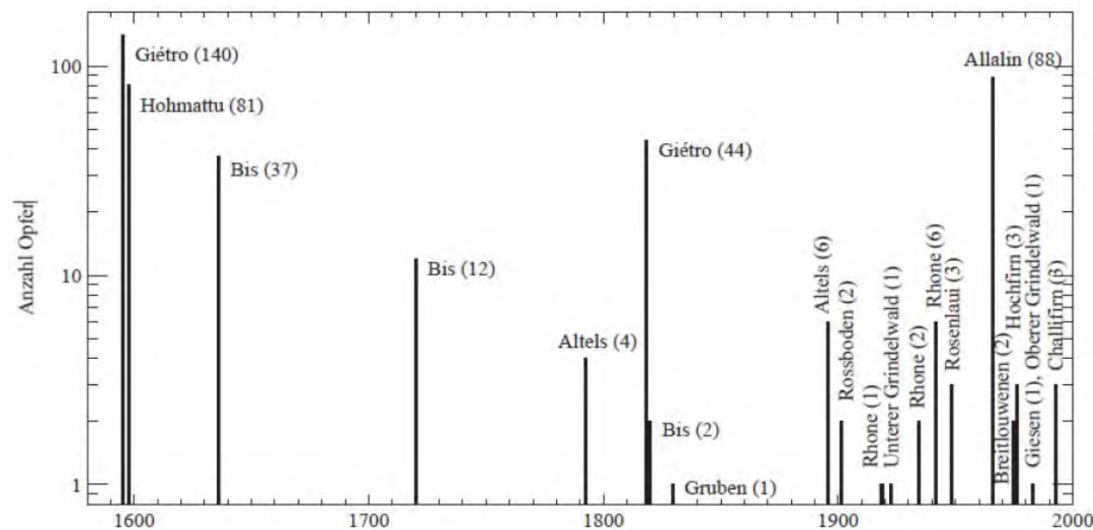
Profil longitudinal d'anomalies radar



Coupe longitudinale du glacier et échelle des températures de la glace

Risques d'origine glaciaire

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



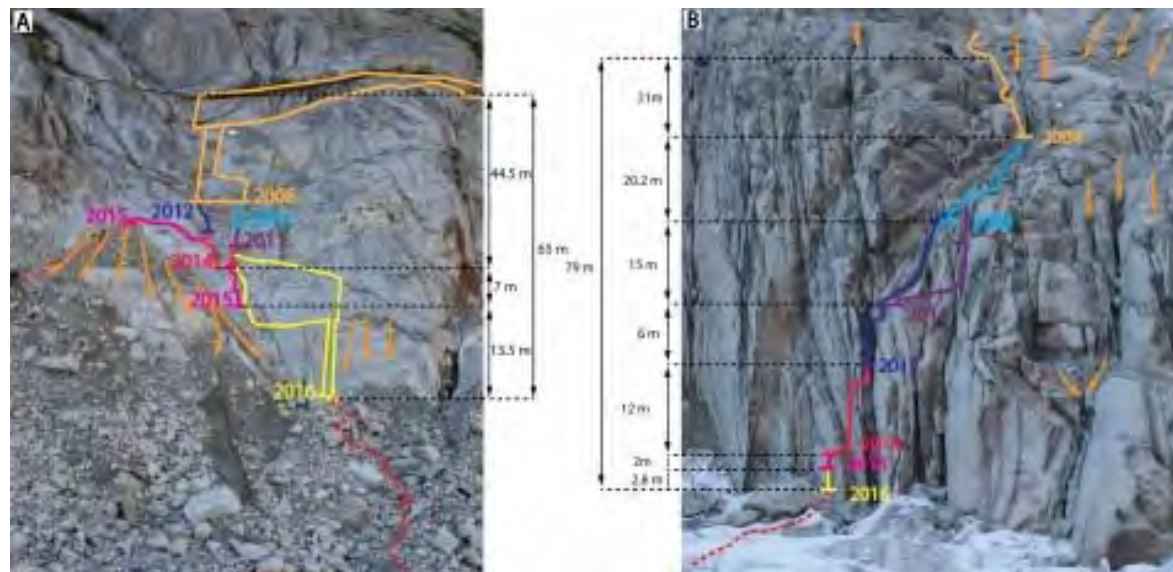
Nombre de décès causés par des catastrophes d'origine glaciaire en Suisse

<http://glaciology.ethz.ch/inventar/>

- Les mécanismes qui régissent ces phénomènes sont très complexes et **mal connus**
- Au regard du faible nombre d'événements et du déficit d'observations, **aucune tendance n'est détectée**

Risques d'origine glaciaire

- Évolution des itinéraires d'accès aux refuges du bassin de la Mer de Glace : directement conditionnée par la dynamique de retrait du glacier (évolution paraglaciale).
- Ainsi, à partir des années 1960, et plus encore à partir des années 1990, la perte d'épaisseur du glacier et la dégradation corrélative de ses moraines latérales **implique des modifications de tracé et la mise en place d'équipements de plus en plus régulières**. Entre 2001 et 2016, des échelles sur une dénivellation de 411 m ont été ajoutées pour un total de 633 m à la fin de l'été 2016.
- De plus, les transitions glacier-versant tendent à être **de plus en plus engagées, techniquement difficiles et dangereuses**.



Ajouts successifs d'échelles pour les transitions glacier-versant du Montenvers et du Requin (2e tronçon)

- **Dates** : position du pied des échelles pour les années en question
- **Flèches** : trajectoires principales des **chutes de pierres issues des moraines et placages morainiques**

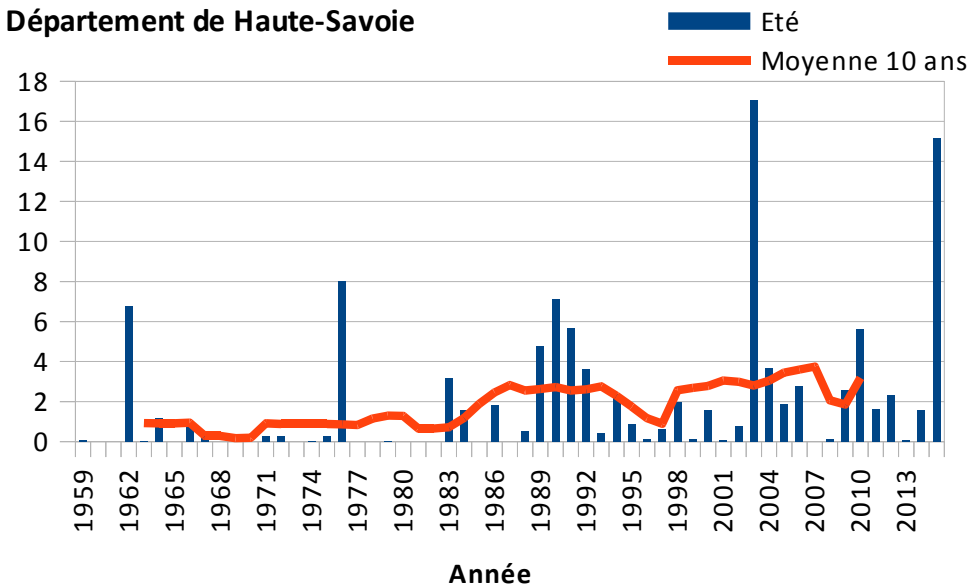
Feux de forêt

Une expansion des incendies de forêts dans les Alpes françaises

- Les conditions favorables aux feux de forêt sont appréciées à partir de l'indice forêt météo (IFM), qui permet de caractériser les risques de départs et de propagation de feux de forêts à partir de données climatiques et de caractéristiques du milieu (sol et végétation).
- Le risque d'incendie de forêt s'est accru depuis les années 80 en été, y compris dans la partie nord des Alpes, consécutivement notamment à l'augmentation des températures et à la recrudescence de sécheresses.

Nombre de jours d'été où les conditions sont favorables aux feux de forêt

Département de Haute-Savoie



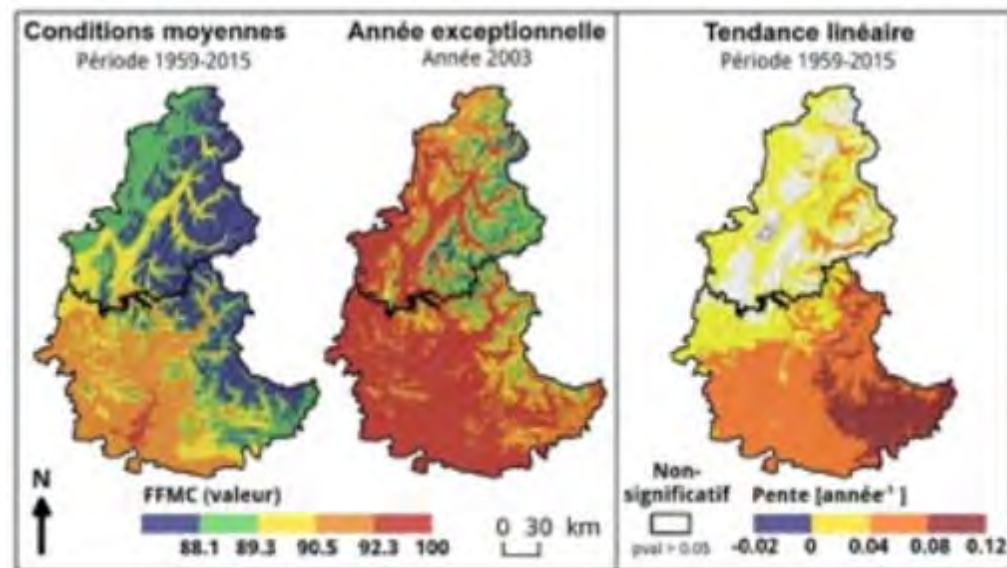
Source : Météo-France, in ORECC 2016

Feux de forêt

Une expansion des incendies de forêts dans les Alpes françaises

Changements très contrastés entre Alpes du Nord et Alpes du Sud :

- une **évolution particulièrement importante depuis 1959 dans les Alpes du Sud** chaudes et sèches : l'aléa météo feux de forêt est plus fort
- une **augmentation élevée dans les Alpes internes** et dans les **vallées de basse altitude des Alpes du Nord**
- une **saison favorable aux feux qui s'allonge** au printemps dans les Alpes du Nord, et presque toute l'année dans les Alpes du Sud
- des **valeurs d'indice forêt météo extrêmes** enregistrées chaque année dans le sud et tous les 3-4 ans dans le nord.



Carte de l'indice d'humidité des combustibles fins (FFMC). Source : Dupire et al. (2017). *Science of the Total Environment*



**Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels**

Avec le soutien de :



Adaptation de la gestion des risques naturels



10ème Université d'été : L'adaptation au changement climatique
Les Houches – Chamonix, 5, 6 et 7 octobre 2017



Politiques d'adaptation

Politiques d'adaptation ou allant dans le sens de l'adaptation de la prévention des risques

▪ International

- Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)
- Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD)
- Cadre d'Action de Sendai 2015-2030 pour la prévention des risques de catastrophe

▪ Européen

- Stratégie de l'UE relative à l'adaptation au changement climatique (2013)
- Stratégie macro-régionale de l'UE pour la Région Alpine (SUERA) → GA8

▪ National

- Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)
- Plan d'Action pour la Prévention des Risques d'Origine Glaciaire et Périglaciaire (PAPROG)
- Appel à projets 2017 du Ministère de l'environnement : « Stratégie territoriale pour la prévention des risques en montagne » (STePRiM)
→ Vers des Plans d'Action et de Prévention des Aléas en Montagne (PAPAM) ?

▪ Interrégional

- Convention Interrégionale du Massif des Alpes (CIMA)

▪ Régional

- SRCAE → ORECC en AuRA ; GREC en PACA

▪ Local

- Initiatives des collectivités
- GIRN

Stratégie macro-régionale de l'UE pour la Région Alpine



- 3 objectifs thématiques interdépendants :
 - un accès équitable à l'emploi, en s'appuyant sur la forte **compétitivité de la région**
 - une **accessibilité** interne et externe durable
 - un **cadre environnemental** plus inclusif et des solutions énergétiques renouvelables et fiables pour l'avenir
- et un objectif transversal :
 - un modèle de **gouvernance macrorégionale** solide pour la région afin d'améliorer la coopération et la coordination des actions.
- 9 groupes d'action thématiques
- GA 8 : « **Améliorer la gestion des risques et mieux gérer le changement climatique, notamment par la prévention des risques naturels de grande ampleur** »
 - **PARN** : représentant français des acteurs des risques naturels
- **Thèmes de travail :**
 - **La gouvernance des risques**
 - **Le risque résiduel**
 - **L'adaptation au CC**



Orientations en matière d'adaptation locale au changement climatique dans les Alpes

- Mise au point sous la présidence italienne de la Convention alpine 2013-2014
- Approche basée sur les pratiques, prise en compte de :
 - l'analyse des impacts climatiques
 - la demande provenant des administrations locales et régionales alpines
- 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



→ Cf. Chapitre 2.2.7 :
« Gestion des événements extrêmes et des risques naturels »

La capacité d'adaptation

Dans de nombreuses communautés, la prévention contre les risques de catastrophes survient **le plus souvent comme réaction**, dans des délais relativement courts, à un phénomène extrême et ne se présente généralement pas sous la forme d'une prévention proactive. Dans les régions où les **principes de gestion intégrée des risques** sont déjà appliqués de manière systématique, la capacité d'adaptation est plus élevée.

L'approche la plus adéquate pour l'adaptation aux changements climatiques dans ce secteur serait **une stratégie holistique de réduction des risques de catastrophes qui prenne en compte des mesures organisationnelles structurelles et non structurelles, tout en cherchant la meilleure manière de les associer.**

L'expérience développée dans l'application de la Directive cadre 2000/60 UE « Eau » et de la Directive 2007/60 « Inondation » montre que certains facteurs améliorent notablement la capacité d'adaptation au niveau local :

- **l'analyse détaillée des risques naturels sur la base d'approches multirisques ;**
- **l'implication des parties prenantes et des acteurs locaux, ainsi que du public, dans la planification des mesures de réduction des risques de catastrophes ;**
- **la révision de la fonctionnalité des mesures de protection existantes** dans le domaine des **situations particulièrement pressantes** (intensité de processus) ;
- la mise en place de **systèmes locaux d'alerte précoce** et la **coordination** entre les acteurs et les niveaux de gouvernement pertinents.

Objectifs d'adaptation en matière de gestion des risques naturels

- suivre les **principes des stratégies d'adaptation** internationales et nationales/régionales
- suivre les **principes de gestion intégrée** des risques
- tenir compte de la **connaissance actuelle**, dans un secteur en constante évolution
- rechercher **l'implication des parties prenantes locales**.

Globalement, l'objectif de l'adaptation aux changements climatiques dans le domaine des risques naturels consiste à :

- **limiter à des niveaux acceptables les risques existants** pour la santé humaine, les biens matériels, les activités économiques et l'environnement
- **prévenir l'apparition de risques nouveaux et non acceptables**

En d'autres termes, l'objectif principal est d'atteindre et de conserver des niveaux adéquats de sécurité en matière de risques naturels, dans le respect du **principe de durabilité**.

Facteurs à prendre en compte dans l'élaboration d'un plan d'adaptation pour la gestion des risques naturels à l'échelon local :

- le **niveau de sécurité ciblé** en termes de durabilité ;
- la **culture locale du risque**, par exemple le degré individuel de conscience du danger, de préparation et de précaution ;
- les **activités de suivi et d'analyse des changements** continuels de l'environnement de référence ;
- le **risque effectif** dû aux aléas naturels et les **risques futurs possibles** ;
- la connaissance quant à la **validité des mesures de protection en place** par rapport aux changements climatiques ;
- la nécessité de mettre en place des **mesures de réduction du risque dans les circonstances climatiques actuelles et futures** ;
- les **différentes options pour la réduction du risque** (en termes de mesures « grises », « vertes » et « douces ») et **l'efficacité des différentes manières de les associer** ; l'évolution à long terme des communautés en matière d'utilisation du sol et de capacité d'adaptation adaptées aux risques ;
- les **risques résiduels** une fois que des mesures de réduction du risque ont été mises en place, ainsi qu'un plan pour la gestion de ce risque résiduel et des risques naturels imprévus ;
- le **lien entre les plans d'urgence locaux et les systèmes d'alerte précoce** déjà en place ;
- le fonctionnement à long terme de la **coordination intersectorielle** entre les parties prenantes locales intéressées et de la **collaboration entre les niveaux local et régional** de l'administration ;
- la pratique de **processus participatifs de planification**, l'implication des parties prenantes, la disponibilité au **dialogue sur le risque** et le renforcement à la fois de la **compétence** à gérer des événements extrêmes et de la démarche individuelle de précaution.

Projets européens de coopération territoriale

Programme Interreg V France-Italie – Alcotra 2014-2020

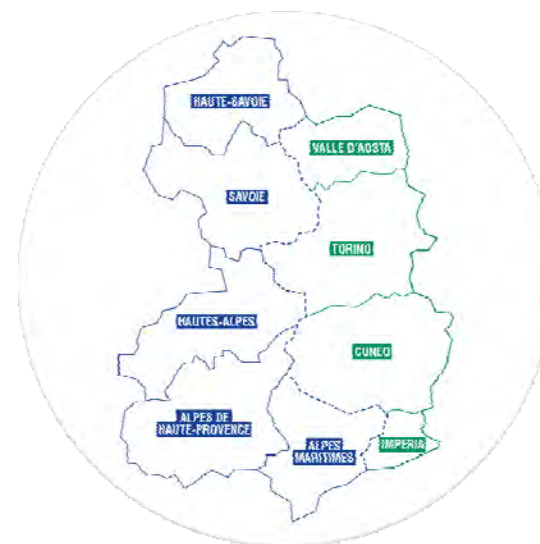
Projets sur le CC et les risques programmés aux appels à projets 2016 et 2017 :

- **Ad-VITAM** : Analyse de la vulnérabilité des territoires alpins méditerranéens aux risques naturels
- **AdaPT Mont-Blanc** : Adaptation de la Planification Territoriale aux changements climatiques dans l'Espace Mont-Blanc
- **ARTACLIM** : Adaptation et Résilience des Territoires Alpains face au Changement Climatique
- **CClimaTT**: Changement climatique transfrontalier
- **PRODIGE** : Protéger les citoyens, Défendre les infrastructures, Gérer les grands événements
- **URAMET** : Union des radars météorologiques

→ Intégration de l'adaptation dans la planification territoriale



→ Cf. Présentation de Christophe Chaix



Projets européens de coopération territoriale

Programme Interreg V – Espace Alpin

Projets sur le CC et les risques programmés aux 1er et 2ème AAP 2015 et 2016 :

- **AlpES**: Alpine Ecosystem Services - mapping, maintenance, management
- **AlpGov**: Implementing Alpine Governance Mechanisms of the European Strategy for the Alpine Region
- **CESBA_Alps**: Sustainable territories
- **GoApply**: Multidimensional governance of climate change adaptation in policy making and practice
- **HyMoCARES**: HydroMorphological assessment and management at basin scale for the Conservation of Alpine Rivers and related Ecosystem Services
- **INTENSI**: Integrated territorial strategies for Services of General Interest
- **Links4Soils**: Linking Alpine Soil Knowledge for Sustainable Ecosystem Management and Capacity Building
- **RockTheAlps**: Harmonized ROCKfall natural risk and protection forest mapping in the ALPine Space
- **SPARE**: Strategic Planning for Alpine River Ecosystems - Integrating protection and development
- **YOUrALPS**: Educating Youth for the Alps: (re)connecting Youth and Mountain heritage for an inspiring future in the Alps

→ Fort investissement sur la thématique

Cf. Lettre Alpes-Climat-Risques N°6 (juillet 2017) du PARN



La Gestion Intégrée des Risques Naturels

Principes de la GIRN

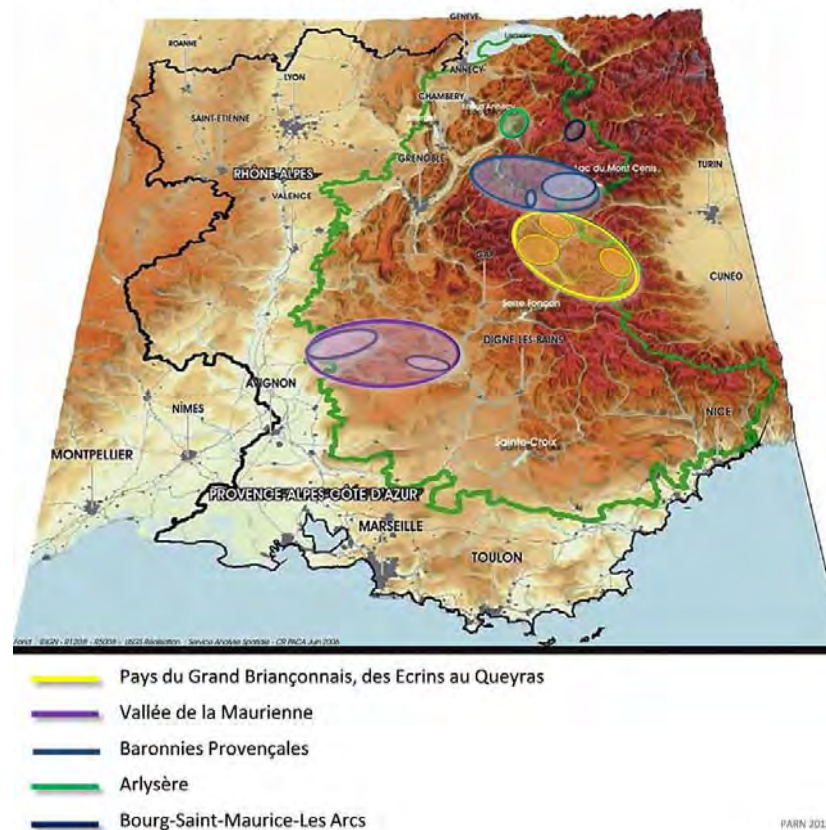
- Favoriser le développement économique et environnemental du territoire par une **prise en compte innovante et renouvelée des risques naturels**
- Compléter l'approche classique et segmentée (aléa /ouvrage), par une **approche territoriale** et nouvelle (vulnérabilité / organisationnel / projet / culture du risque)
- Dépasser les approches sectorielles et ponctuelles (crise) pour développer une synergie **sur l'ensemble de la gestion** (prévention, alerte, crise, réparation) sur le **long terme**
- Mettre en exergue les **pratiques au niveau des territoires** et développer de meilleurs partenariats et une **meilleure prise en compte du risque en amont des projets de développement**

Opération « sites pilotes de gestion intégrée des risques naturels dans les Alpes »

Contexte :

- Opération expérimentale dans le cadre de la programmation CIMA-POIA 2007-2013
- Plusieurs territoires alpins (échelles communales et intercommunales) engagés dans des expérimentations innovantes, dans le but de réduire leur vulnérabilité et d'augmenter leur résilience, sur la base de modes de gouvernance renouvelés.

Localisation des territoires des sites pilotes et des sites tests



La Gestion Intégrée des Risques Naturels

Contexte :

- Opération expérimentale dans le cadre de la programmation CIMA-POIA 2007-2013
- Plusieurs territoires alpins (échelles communales et intercommunales) engagés dans des expérimentations innovantes, dans le but de réduire leur vulnérabilité et d'augmenter leur résilience, sur la base de modes de gouvernance renouvelés.

Approches de gestion visés :

- Réduction de la vulnérabilité organisationnelle
- Préparation intercommunale à la gestion de crise
- Culture du risque, sensibilisation spécifiques aux risques en territoires de montagne
- Retour d'expériences et concertation technique-politique
- Démarche intégrée environnemental (eau-risques-ressources-climat-adaptation) et territoriale (risques-tourisme-environnement)

Outils :

- **Autodiagnostic** : Profils territoriaux de gestion des risques (degré de vulnérabilité, d'outillage et de résilience d'un territoire face aux risques)
- **Système de vigilance et de communication intercommunal inter-services** : mise en réseau d'acteurs et de données en pré-crise à l'échelle des hautes vallées
- **Maquette participative** de vulnérabilités physiques, sociales et organisationnelles communale et valléenne
- **Observatoire des phénomènes et des pratiques** (impacts du CC., aménagement. du territoire)
- **Cartographie opérationnelle d'alerte** (priorisation des intervention agents communaux pour l'alerte aux populations isolées)
- **Harmonisation des zonages de risques** aux échelles intercommunales et de planification (SCOT,...)

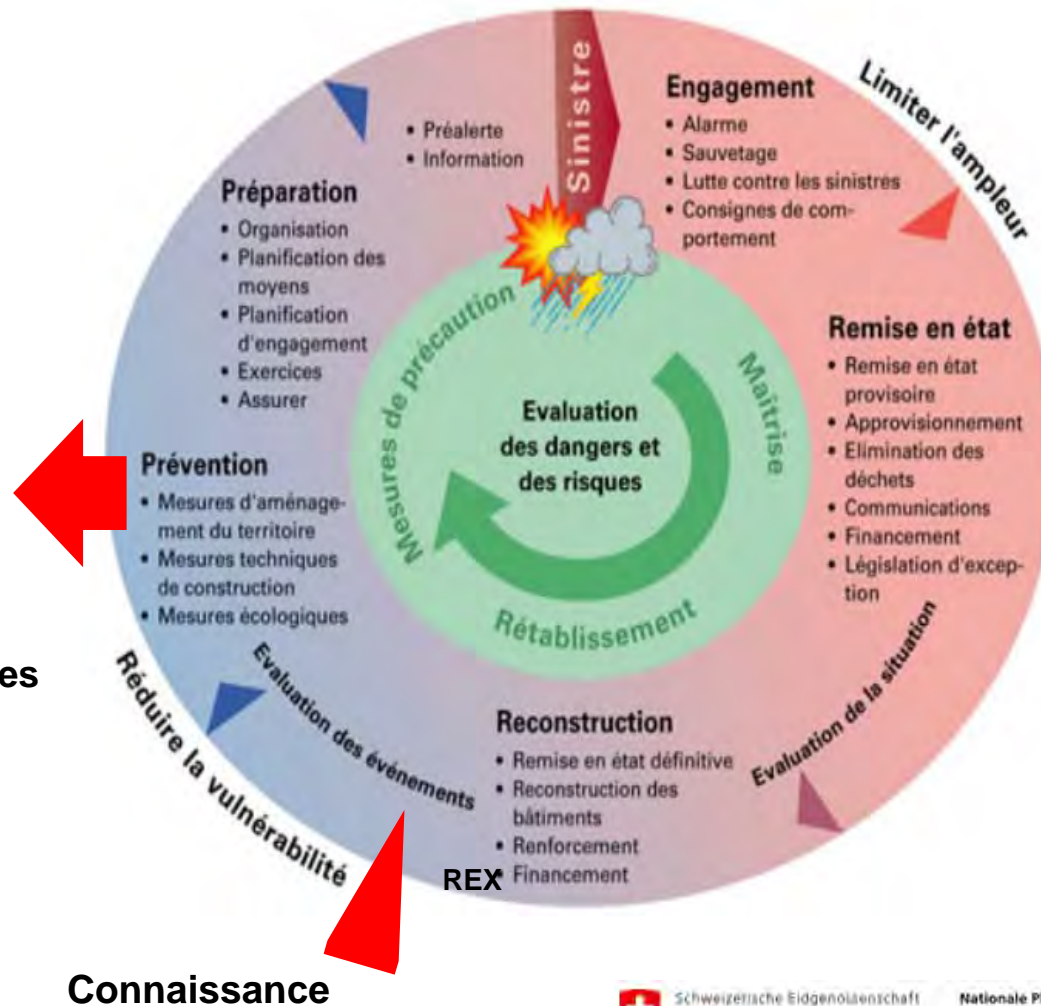
La Gestion Intégrée des Risques Naturels

Le « cycle » de la gestion des risques naturels

Conception de stratégies de protection

Mesures :

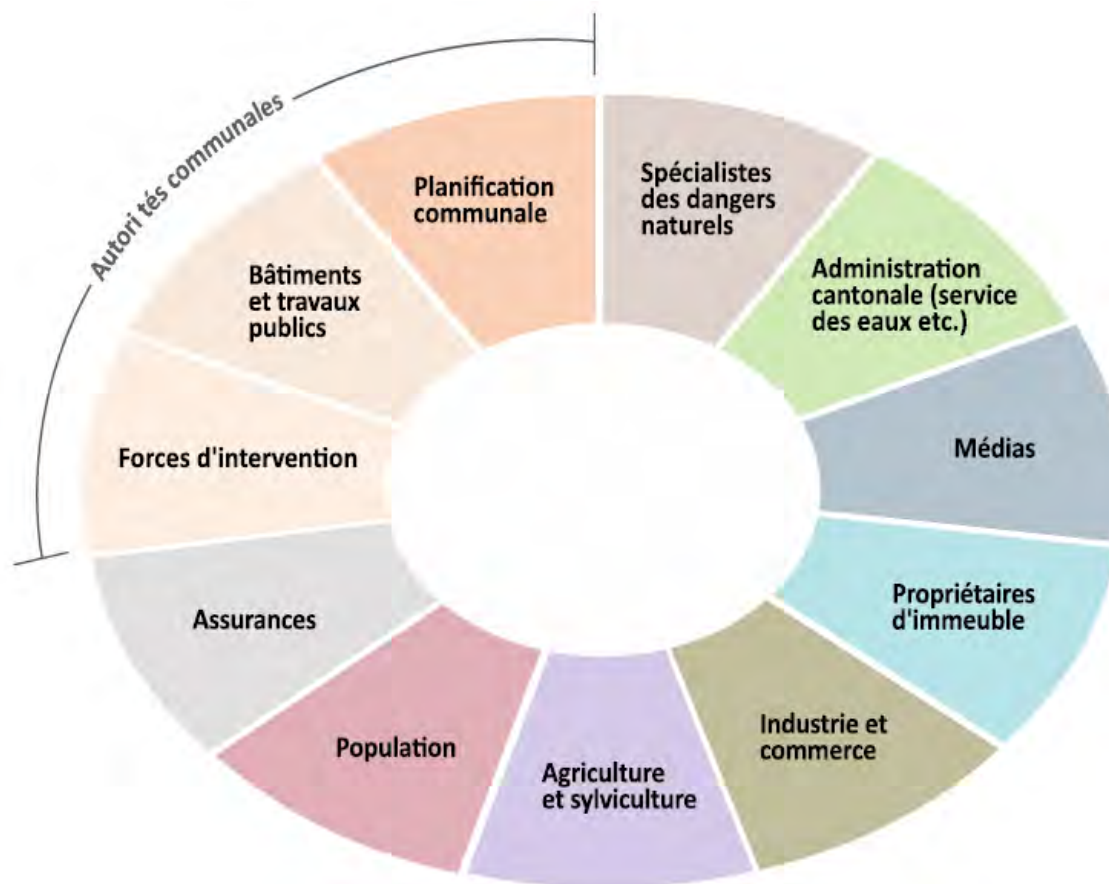
- Structurelles (ouvrages)
- Non structurelles (PPR...)



Connaissance

La Gestion Intégrée des Risques Naturels

Les partenaires dans la gestion des risques naturels



Les diverses entités concernées sont impliquées

- soit parce qu'elles y sont tenues par la loi,
- soit parce qu'elles assument leur responsabilité personnelle.

La gestion intégrée des risques passe par un **dialogue intense** entre tous les protagonistes

La Gestion Intégrée des Risques Naturels

GIRN
Alpes

L'opération Gestion Intégrée
des Risques Naturels

Actions
des Sites Pilotes

Bilan
de l'opération

Livrables et ressources
documentaires

Accueil

Opération interrégionale : « Gestion Intégrée des Risques Naturels dans les Alpes »

Bilan 2009-2014 des actions réalisées sur sites pilotes Mise en œuvre, extension de la GIRN sur les Territoires Alpains



L'opération interrégionale « Sites pilotes de gestion intégrée des risques naturels dans les Alpes » s'est déroulée de septembre 2009 à décembre 2014 (cf. prolongation de 1 an de l'opération) dans le cadre de la Convention Interrégionale du Massif des Alpes (CIMA mesure 3) et du Programme Opérationnel Interrégional des Alpes (POIA - axe 2), avec le soutien des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes, de l'Union Européenne (fonds FEDER) et de la DATAR.

Cette opération expérimentale sur sites pilotes a poursuivi comme objectif de développer des approches de « gestion intégrée » des risques naturels (GIRN) en montagne à l'échelle interrégionale du Massif. La démarche de GIRN vise à compléter l'approche classique et régalienne des risques naturels autant sur un plan technique, organisationnel que territorial en permettant l'émergence de dynamiques locales nouvelles sur les risques naturels coconstruites avec les acteurs des territoires de montagnes.

Sur les 5 années effectives de l'opération 5 territoires alpins (d'échelle communale et intercommunale) se sont engagés au travers de plus de 20 projets locaux, pour un total de plus de 150 communes du massif alpin concernées.



Entrer »

Avec le soutien de :



rhôneAlpes



cgét



Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels

Opération interrégionale "Gestion intégrée des risques naturels dans les Alpes - Expérimentation sur sites pilotes" (2009-2014)
Programmation CIMA-POIA 2007-2013

Crédits

L'opération GIRN-Alpes

- Expérimentation 2009-2014
- Essaimage 2015-2020

→ Le réseau technique GIRN

- garant du **partage d'expérience** qui est la base de développement de la GIRN
- organe de **réflexion** pour optimiser la réussite des projets de GIRN

Portail internet :

<http://risknat.org/girn-alpes/>

La Gestion Intégrée des Risques Naturels

Programmation CIMA-POIA

Partenariats et soutiens : Régions AuRA et PACA , CEGT (fonds FNADT), MEEM (DGPR)



- **PARN : Appui technique et méthodologique auprès des partenaires pour le montage thématique de la maquette CIMA POIA** (Programme Opérationnel Interrégional du massif des Alpes) 2014-2020

CIMA

POIA Axe 3 : « Développer la résilience des territoires et des populations face aux risques naturels »

OS4 : « étendre et améliorer la gestion GIRN sur le massif »

→ 3 millions de FEDER fléchés pour des projets « TAGIRN »

→ 2 millions de FEDER fléchés pour des projets de type recherche-action

Approuvé début janvier 2015 et Lancement officiel le 12 février 2015 (Marseille)

- **PARN : Coordination technique de l'opération**

- Appui technique et méthodologique aux porteurs de projets
- Animation des COPIL GIRN-SDA
- Organisation des journées annuelles de restitution

Contexte général du Massif des Alpes



LEGENDE

- ⊙ Préfecture
- Région
- Département
- ▬ Limite du massif des Alpes

Sources : Limites - Décret n°2004-69
IGN - Géofla

Echelle : 1 / 2 000 000
0 20 40 60 80 100 km

Réalisation : Commissariat à l'aménagement,
au développement et à la protection
des Alpes
Béatrice NAVETTE - 2004

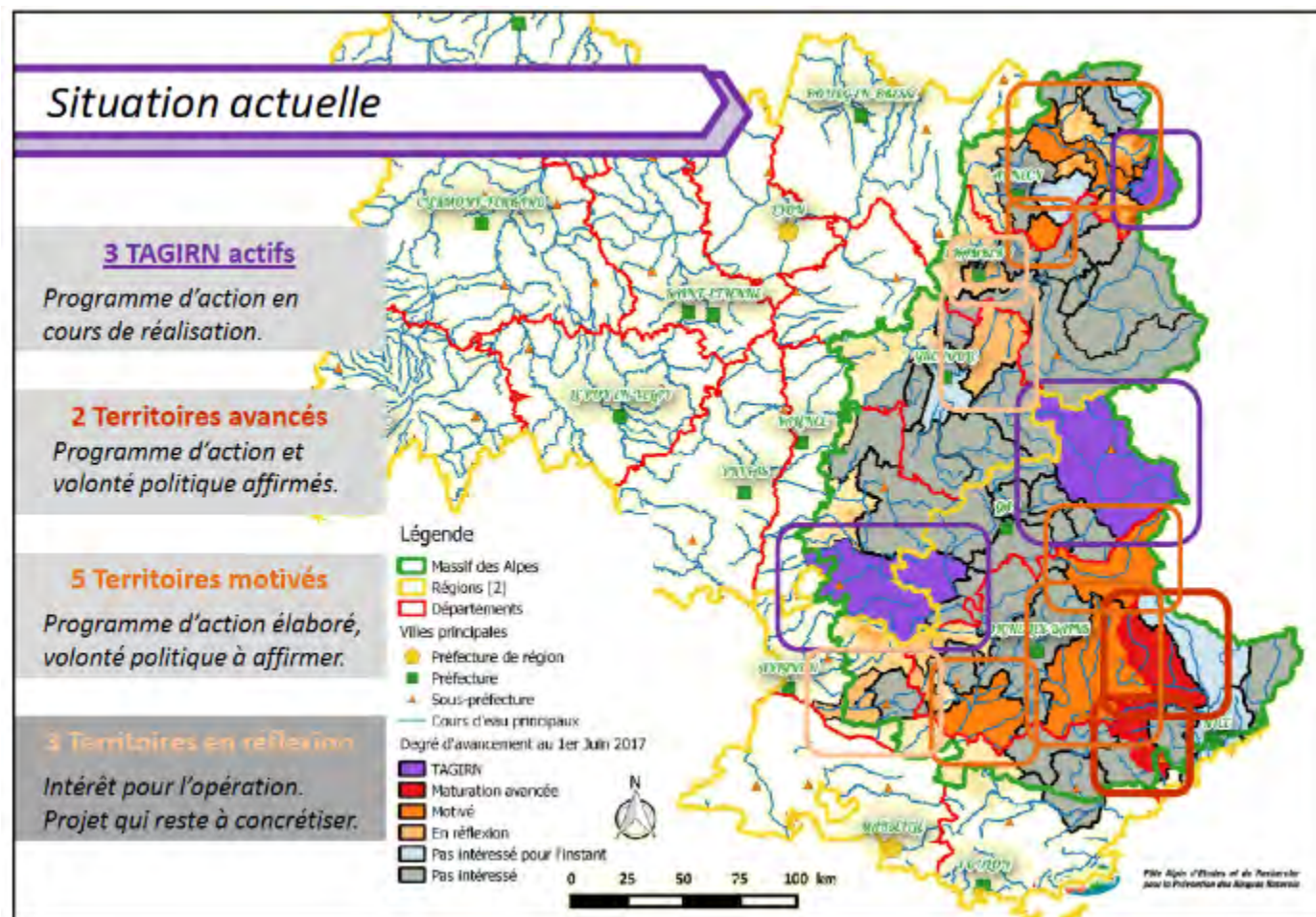
La Gestion Intégrée des Risques Naturels

TAGIRN :

Territoire Alpin de Gestion Intégrée des Risques Naturels

Le réseau de GIRN

GIRN Alpes



Le TAGIRN Chamonix-Mont-Blanc

GIRN
Alpes

Communauté de Communes de la Vallée de Chamonix Mont-Blanc



Programme d'actions 2016-2019

- **Surveillance, prévision, vigilance et alerte :**

- Guide méthodologique pour assurer un diagnostic simplifié des ouvrages de protection (avalanches / chutes de blocs / éboulements) ;
- Mission accompagnement et transmission d'expertise : l'objectif est de former des experts locaux qui pourront assurer en autonomie des diagnostics avalanches pour la commission de sécurité sur les couloirs non couverts par d'autres services

- **Education et information préventive :**

Information préventive spécifique pour cibler de la manière la plus adaptée les touristes et les locaux (partenariat scientifique avec le GRESEC, Université de Grenoble)

- **Alerte / Gestion de crise :**

Mise en place d'un automate d'alerte mutualisé adapté aux différentes cibles (locaux et touristes) et face aux risques naturels anticipables de la vallée (crues torrentielles et avalanches)



Le réseau « Science - Décision - Action »

Interface « Science - Décision - Action » pour la prévention des risques naturels dans les Alpes

Projets de recherche-action CIMA-POIA

- Thématiques :
 - Projets en cours : suivi/surveillance (glissement de terrain), projection/planification (feux de forêt), perception, communication, résilience, etc.
→ Cf. journées annuelles GIRN & SDA 2016 et 2017

Séminaire transversal SDA

- Séminaires 2016 :
 - Risque rocheux (8 mars 2016)
 - Risque hydrométéorologique (30 juin 2016)
- Séminaires 2017 en projet :
 - Queyras (05): Multirisques
 - Savoies (73, 74) : Hydrométéo



Invitation

1/2 JOURNÉE RISQUE ROCHEUX

APPORTS DE LA SCIENCE À LA COMPREHENSION ET À LA GESTION DU RISQUE ROCHEUX SUR L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE

Mardi 8 Mars 2016

Bâtiment OSUG D, campus de Grenoble

A l'initiative du laboratoire ISTerre, et dans le cadre de ses activités d'interface entre les sphères scientifique, opérationnelle et territoriale, le PARIN organise, avec son réseau scientifique, une demi-journée sur le thème des risques rocheux, concernant l'agglomération grenobloise.

En effet, au regard d'une actualité prégnante de ces phénomènes (et compte tenu de l'impact potentiel du changement climatique sur leur fréquence), les avancées scientifiques récentes ont vocation à être prises en compte et transférées au niveau de l'action préventive et territoriale.

C'est pourquoi le PARIN et son réseau scientifique sont heureux de vous inviter à ce temps d'échange, afin d'entretenir sur ces questions et préoccupations, un lien profitable entre décideurs locaux, gestionnaires et scientifiques.

Organisation et réalisation :    

Collaborations :   



Invitation

Séminaire transversal Science-Décision-Action (SDA)

Risques hydrométéorologiques alpins : l'exemple de la région grenobloise

Etat des connaissances, modèles et systèmes de mesure pour l'aide à la décision dans un contexte de changement climatique

Jeudi 30 juin 2016

LGGE, campus de Grenoble

Cette journée de rencontre sur le thème des risques hydrométéorologiques dans l'agglomération grenobloise s'inscrit dans un cycle de séminaires transversaux entre scientifiques, techniciens et décideurs, organisé par le PARIN dans le cadre du Programme Opérationnel Inter-régional du Massif des Alpes (POIA).

Les avancées scientifiques récentes ayant vocation à être prises en compte et transférées au niveau de l'action préventive et territoriale, le PARIN et son réseau scientifique et technique sont heureux de vous inviter à ce temps d'échange, afin d'entretenir sur ces questions et préoccupations, un lien profitable entre décideurs locaux, gestionnaires et scientifiques.

Organisation et réalisation :    

Collaborations :   

Avec le soutien de :      

Réseaux GIRN & SDA

Journée annuelle GIRN & SDA 2017 le 8 novembre à Chamonix-Mont-Blanc

Seront présentés :

- Les programmes d'actions des TAGIRN actifs et en projet
- Les projets de recherche-action du réseau Science-Décision-Action

INVITATION ET PROGRAMME

JOURNÉE ANNUELLE DE LA
GESTION INTÉGRÉE DES RISQUES NATURELS (GIRN)
ET DU RESEAU SCIENCES-DECISION-ACTION (SDA)

GIRN
Alpes

8 novembre 2017
Chamonix-Mont-Blanc



AVEC LE SOUTIEN DE :

La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur

cget

Journée organisée par le



**Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels**



***Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels***

Avec le soutien de :



Conclusion



10ème Université d'été : L'adaptation au changement climatique
Les Houches – Chamonix, 5, 6 et 7 octobre 2017



Conclusion

Impacts du CC sur les risques naturels dans les Alpes :

- Les données d'observation existantes permettent de procéder à des analyses de corrélation, qui ne révèlent **pas de tendance claire et 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, disparition du permafrost posant des problèmes de stabilité de fondations des pylônes et bâtiments, 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). L'impact d'un changement éventuel dans l'intensité des pluies ne peut en revanche être prouvé, celles-ci souffrant d'un déficit d'observation en altitude, et en l'absence d'un signal clair dans les précipitations extrêmes.
- Ces phénomènes, aujourd'hui locaux, ou observés sur des secteurs restreints, **pourraient être les prémises de changements ultérieurs plus importants** induits par la poursuite du réchauffement prévue par les modèles climatiques

Conclusion

Politiques d'adaptation :

- **Articulation des politiques** Eur. / Nat. / Rég. / Locales
- **Gestion intégrée des risques / des territoires**

Intégration de l'adaptation dans la planification territoriale → résilience

Capacité d'adaptation : surveiller, détecter, anticiper, éviter ou gérer les crises

Nécessaire implication des parties prenantes au niveau local : co-construction



***Pôle Alpin d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels***

Avec le soutien de :



Merci de votre attention

<http://risknat.org>



10ème Université d'été : L'adaptation au changement climatique
Les Houches – Chamonix, 5, 6 et 7 octobre 2017

