



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

## 1 Alpes-Climat-Risques :

**Portail de capitalisation et de valorisation des  
résultats de la recherche relatifs aux impacts du  
changement climatique sur les risques naturels  
dans les Alpes**

**B Einhorn, PARN**



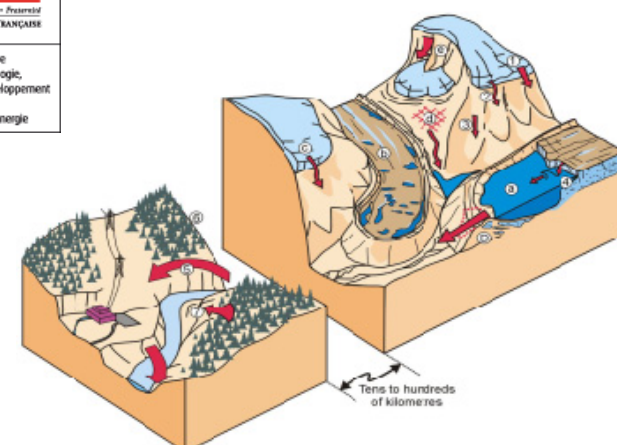
Base Alpes-Climat-Risques

## 2 Plan de propositions d'actions scientifiques et techniques,

**pour une meilleure prévention des risques  
d'origine glaciaire et périglaciaire  
2013**

**V. Boudières, PARN**

Avec les soutiens respectifs:



Reynolds, 2002.



**Réunion annuelle 2015 de l'AFDP 18 et 19 juin 2015, Venosc / Les Deux Alpes (Isère)**



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

# **Alpes-Climat-Risques :**

**Portail de capitalisation et valorisation des résultats de la  
recherche relatifs aux impacts du changement climatique  
sur les risques naturels dans les Alpes**

Benjamin Einhorn – Chargé de mission PARN

Avec le soutien :



Réunion annuelle 2015 de l'AFDP, 18 et 19 juin 2015, Vénosc/Les Deux Alpes (Isère)

# Contexte

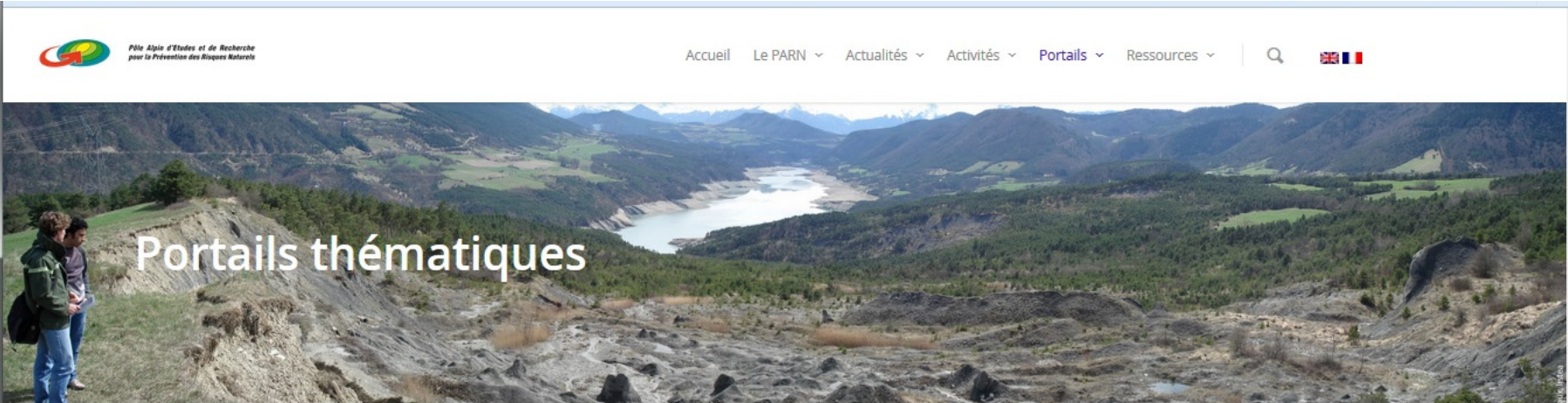
## Nouveau site internet du PARN

- <http://risknat.org/>
- Portails thématiques



# Contexte

**Portails** : outils de capitalisation/valorisation des connaissances/méthodes/outils



**Portails thématiques**

Dans le cadre de ses activités de coordination, d'animation et de participation à la recherche sur les risques naturels en montagne, le PARN développe des outils de capitalisation, analyse, synthèse et valorisation des connaissances, dont trois portails thématiques sur la prévention des risques naturels :

|                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Gestion Intégrée des Risques Naturels dans les territoires alpins                   | Science-Décision-Action pour la prévention des risques naturels dans les Alpes (SDA) | Changements climatiques et impacts sur les risques naturels dans les Alpes            |
| <i>Opération interrégionale CIMA-POIA<br/>(2009-2014 et 2015-2020)</i>              | <i>Réseau et programme de recherche finalisée<br/>(2015-2020)</i>                    | <i>Portail, base de connaissances et lettre d'information<br/>(depuis 2007)</i>       |

© 2015 - Pôle Alpin d'études et de recherche pour la prévention des Risques Naturels (PARN)      Contactez-nous  
Mentions légales

# Le portail Alpes-Climat-Risques

## Contexte d'élaboration :

Projet **ClimChAlp** (2006-2008)

→ WP5 “Climate Change and Resulting Natural Hazard”

→ Action PGRN / ONERC / RRA

→ Mises à jour PARN / RRA : 2010, 2012, 2013, 2014, 2015...

**ClimChAlp**

Interreg III B Alpine Space

## Démarche :

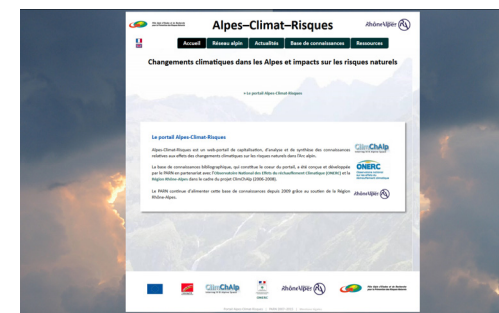
- Etat des connaissances
- Tri par thématique / type de connaissances
- Traçabilité de l'information



## Outil – portail web :

Base de connaissances bibliographique :

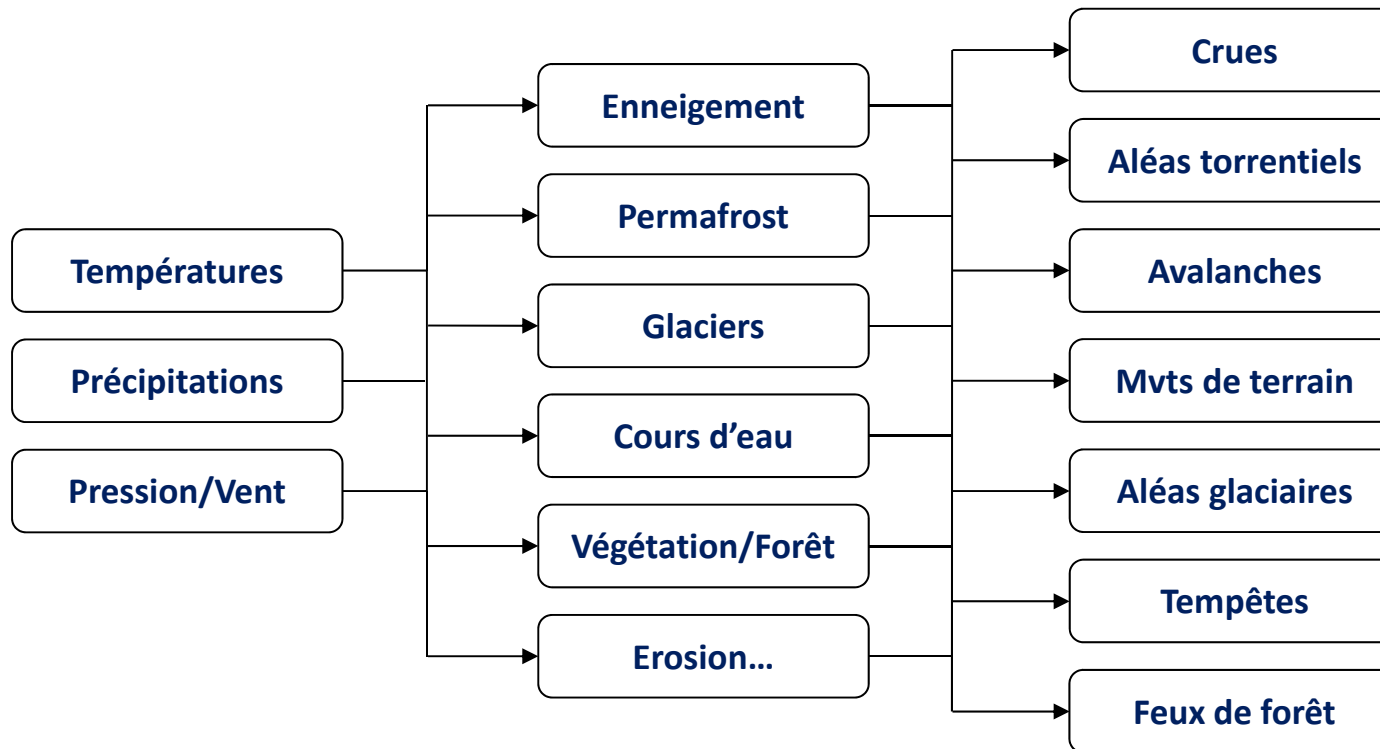
- évolution des **paramètres climatiques**
- effets sur le fonctionnement des **systèmes physiques**
- effets les **aléas naturels**



# Base de connaissances bibliographique

---

## Thématiques :



## Interface :

- Inventaire des références
- Analyse bibliographique
- Synthèses thématiques

# Le portail Alpes-Climat-Risques

[www.risknat.org/alpes-climat-risques/](http://www.risknat.org/alpes-climat-risques/)

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

## Alpes-Climat-Risques

 Rhône-Alpes

 [Accueil](#) [Réseau alpin](#) [Actualités](#) [Base de connaissances](#) [Ressources](#)

### Changements climatiques dans les Alpes et impacts sur les risques naturels

» Le portail Alpes-Climat-Risques

#### Le portail Alpes-Climat-Risques

Alpes-Climat-Risques est un web-portail de capitalisation, d'analyse et de synthèse des connaissances relatives aux effets des changements climatiques sur les risques naturels dans l'Arc alpin.

La base de connaissances bibliographique, qui constitue le coeur du portail, a été conçue et développée par le PARN en partenariat avec l'Observatoire National des Effets du réchauffement Climatique (ONERC) et la Région Rhône-Alpes dans le cadre du projet ClimChAlp (2006-2008).

Le PARN continue d'alimenter cette base de connaissances depuis 2009 grâce au soutien de la Région Rhône-Alpes.

 ClimChAlp  
Interreg III B Alpine Space

 ONERC  
Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique

 Rhône-Alpes

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

Portail Alpes-Climat-Risques | PARN 2007-2015 | Mentions légales

[Accueil](#)[Réseau alpin](#)[Actualités](#)[Base de connaissances](#)[Ressources](#)

## Inventaire bibliographique des impacts des changements climatiques sur :

### 1) les paramètres atmosphériques – 2) les systèmes naturels – 3) les aléas naturels dans l'Arc alpin

[Masquer / Afficher » Table des matières](#)

[Synthèses](#)[Analyse](#)[Inventaire bibliographique](#)[Références](#)

*Classement des références par types de phénomènes et par types de connaissances*

Mise à jour : Mars 2015

- Changements climatiques
  - Températures
  - Précipitations
  - Autres paramètres
- Environnement alpin
  - Couvert neigeux
  - Glaciers
  - Permafrost
  - Hydrologie, hydrogéologie
  - Forêts, végétation alpine
  - Erosion
- Aléas naturels
  - Crues des rivières alpines
  - Crues et laves torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Glissements superficiels
  - Glissements profonds
  - Eboulements, chute blocs
  - Aléas d'origine glaciaire
  - Vidanges de lacs glaciaires
  - Ruptures de poches d'eau
  - Chutes de séracs
  - Tempêtes
  - Feux de forêt
- Retours d'expérience
- Synthèses et préconisations

## 1 - Changements climatiques : paramètres atmosphériques

### 1.1 Températures

#### 1.1.1 Températures : Monde, Europe et France

| Reconstitutions                                                                                                                                                                                                            | Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Modélisations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Hypothèses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Commentaires                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• IPCC 2013 - R: WG1 SPM</li><li>• Huss &amp; al. 2010a - A</li><li>• Gruber &amp; Haeberli 2007 - A</li><li>• IPCC 2007 - R: WG1 SPM</li><li>• Mann 2001 in Paul 2002 - A</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Planton &amp; al. 2015 - A</li><li>• IPCC 2013 - R: WG1 SPM</li><li>• Beniston 2009b - A</li><li>• IPCC 2007 - R: WG1 SPM</li><li>• Dubuisson &amp; Moisselin 2006 - A</li><li>• Legay et Mortier 2006 - A</li><li>• ONERC 2006 - W</li><li>• Seiler 2006 - P</li><li>• ONERC 2005 - R</li><li>• Planton &amp; al 2005 - A</li><li>• ONERC 2004 - R</li><li>• Bårdossy &amp; al 2003 - E</li><li>• Moisselin &amp; Schneider 2002 - A</li><li>• IPCC 2001 - R: WG2</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ouzeau &amp; al 2014 - R</li><li>• IPCC 2013 - R: WG1 SPM</li><li>• Beniston 2009b - A</li><li>• IPCC 2007 - R: WG1 SPM</li><li>• Dubuisson &amp; Moisselin 2006 - A</li><li>• Legay et Mortier 2006 - A</li><li>• ONERC 2006 - R</li><li>• ONERC 2005 - R</li><li>• ONERC 2004 - R</li><li>• Schär &amp; al. 2004 - A</li><li>• Etchevers &amp; Martin 2002 - P</li><li>• Nollhan &amp; al. 2000 in Bravard 2006 - P</li><li>• IPCC 2001 - R: WG2</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• IPCC 2007 - R: WG1 SPM</li><li>• ONERC 2005 - R</li><li>• ONERC 2004 - R</li><li>• Barnett &amp; al. 2005 - A</li><li>• Schär &amp; al. 2004 - A</li><li>• Harris et al. 2001 - A</li><li>• IPCC 2001 - R: WG2</li><li>• Wegmann et al., 1998 in Harris &amp; al 2001 - A</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bois 2007 - C1</li><li>• Beniston 2007 - C1</li><li>• Duband 2006 - C1</li></ul> |

#### 1.1.2 Températures dans l'Arc alpin

| Reconstitutions                                                                                                                                                                       | Observations                                                                                                                                                                               | Modélisations                                                                                                                                                               | Hypothèses                                                                                                                      | Commentaires                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Corona &amp; al. 2010 - A</li><li>• Scapozza &amp; al. 2010 - A</li><li>• Reasoner &amp; Tinner 2008 - E</li><li>• ALP-IMP 2006 - R</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Valt &amp; Cianfarra 2013 - P: ISSW</li><li>• ALP FFIRS 2012 - R</li><li>• Beniston &amp; al. 2011 - A</li><li>• Böhm &amp; al. 2010 - A</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• ALP FFIRS 2012 - R</li><li>• Réf. EURAC 2011 - R: CLISP</li><li>• Beniston 2009a - A</li><li>• Smiatek &amp; al. 2009 - A</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Haeberli &amp; Beniston 1998 - A</li><li>• Lateltin &amp; al. 1997 - R: PNR31</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Beniston 2007 - C1</li><li>• Duband 2006 - C1</li></ul> |



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

# Alpes-Climat-Risques

[Accueil](#)[Réseau alpin](#)[Actualités](#)[Base de connaissances](#)[Ressources](#)

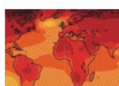
## Analyse des connaissances

### Changements climatiques et impacts sur l'environnement et les aléas naturels alpins

[Synthèses](#)[Analyse](#)[Inventaire bibliographique](#)[Références](#)

*Compilation des connaissances par types de phénomènes*

Mise à jour : Juin 2015



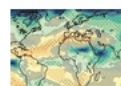
Températures :  
Monde et Europe



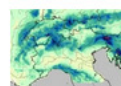
Températures :  
Arc alpin



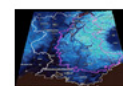
Températures :  
Alpes françaises



Précipitations :  
Monde et Europe



Précipitations :  
Arc alpin



Précipitations :  
Alpes françaises



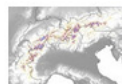
Autres paramètres  
climatiques



Couvert neigeux



Glaciers alpins



Permafrost alpin



Hydrologie alpine



Végétation alpine



Erosion



Crues des rivières  
alpines



Crues et laves  
torrentielles



Avalanches  
de neige



Mouvements de  
terrain



Glissements  
superficiels



Glissements  
profonds



Eboulements et  
chutes de rochers



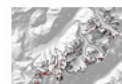
Aléas d'origine  
glaciaire



Vidange de lacs  
glaciaires



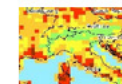
Poches d'eau  
glaciaires



Chutes de séracs et  
glaciers instables



Tempêtes



Feux de  
forêt



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

# Alpes-Climat-Risques

[Accueil](#)[Réseau alpin](#)[Actualités](#)[Base de connaissances](#)[Ressources](#)

## Compilation des connaissances 2.3.0

### Permafrost

[Synthèses](#)[Analyse](#)[Inventaire bibliographique](#)[Références](#)

## Observations

| Résultats de recherche et interprétations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Méthodes d'observation et d'analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Références                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p><b>Alpes :</b><br/>Le permafrost est défini comme un matériau de la lithosphère (sol ou rocher) qui reste à 0°C ou moins pendant plus de deux ans. Le permafrost peut contenir de l'eau ou de la glace, mais ce n'est pas impératif. Par définition, les glaciers ne sont pas du permafrost. La couche superficielle qui recouvre le permafrost est appelée «couche active» car les températures peuvent dépasser à certaines saisons les 0°C. Dans les Alpes, la couche active a une épaisseur d'environ 0,5 à 8 m. Contrairement au permafrost des zones de faible altitude, le permafrost de montagne est largement influencé par la topographie très contrastée. La répartition du permafrost de montagne est donc très hétérogène, elle varie en fonction de la topographie, de la géomorphologie et des conditions climatiques dans les Alpes.</p> <p>Les régions de haute altitude et de haute latitude sont généralement considérées comme particulièrement sensibles aux effets du changement climatique. Une grande partie du permafrost dans les Alpes est proche du point de fusion. Elle est donc très sensible au réchauffement atmosphérique. Les effets thermiques et géomorphologiques possibles sont variés et les réponses thermiques du permafrost de montagne peuvent être les suivantes : (i) Augmentation de la température du sol et donc réchauffement du permafrost ; (ii) Fonte du permafrost avec trois effets : réduction de l'étendue des zones de permafrost, épaississement de la couche dégelée en saison chaude, et augmentation de la circulation et de la pression de l'eau dans le sol ; (iii) Modifications du nombre et des caractéristiques des cycles gel-dégel.</p>                                                                                                                                                                                                      | <p>L'objectif principal du projet PermaNET était de compiler toutes les données et toutes les observations sur la répartition du permafrost et son évolution dans un climat changeant, de créer ainsi une base de connaissances commune permettant des discussions plus objectives dans ce domaine. Pour la première fois, un ensemble harmonisé et standardisé de données sur la répartition du permafrost dans les Alpes a pu être élaboré.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Mair &amp; al. 2011 - R PermaNET</p>           |
| <p><b>Glacier rocheux du Ritigraben (Swiss Alps):</b><br/>Une accélération des taux de déplacement des glaciers rocheux est observée dans les années 1950 et 1960, suivie d'un ralentissement à partir des années 1970, avant une nouvelle augmentation après le début des années 1990. A l'échelle décennale, les changements mesurés dans les mouvements du glacier rocheux du Ritigraben sont en accord avec les changements dans les températures atmosphériques dans les Alpes. Les données géodésiques indiquent des taux de déplacement dans la partie frontale du glacier rocheux jusqu'à 0.6–0.9 m yr<sup>-1</sup> depuis le début des mesures systématiques en 1995.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Les taux de déplacement horizontal superficiel du glacier rocheux ont été évalués par des levés géodésiques annuels à haute résolution avec une précision de mesure de l'ordre de quelques millimètres et des analyses photogrammétriques à basse résolution réalisées afin d'évaluer les taux de déplacement moyens pour trois périodes sur les derniers 50 ans, à savoir 1958-1975, 1975-1993 et 1993-2005 (dans cette approche, la position des rochers a été évaluée sur des paires stéréo de photographies aériennes analogiques noir et blanc).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Lugon &amp; Stoffel 2010 - A</p>               |
| <p><b>Alpes :</b><br/>Le climat contrôle l'état et l'évolution du pergélisol de montagne à deux échelles temporelles principales :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• à long terme (de la décennie au millénaire), l'évolution du bilan radiatif à la surface du sol (qui, en simplifiant, peut être approché par la température moyenne de l'air) influence les possibilités de développement, de maintien ou de dégradation du pergélisol au sein d'une tranche altitudinale donnée ;</li><li>• à moyen terme (de l'échelle saisonnière à inter-annuelle), la combinaison des fluctuations de la température de l'air et du couvert neigeux (épaisseur et développement au cours de l'hiver) constituent les deux principaux contrôles de la température du pergélisol et de sa dynamique (écoulement, bilan volumique) .</li></ul> <p><b>Alpes françaises :</b><br/>La distribution du pergélisol de montagne en France est la suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Peroirs rocheuses supra-glaciaires</b> (3200-4500 m) : Le permafrost en parois rocheuses supra-glaciaires est surtout présent dans les massifs du Mont Blanc, de la Vanoise et des Ecrins. La présence de ce type de permafrost continu est attestée principalement par la présence de glaciers suspendus et de pentes glacées raides. La distribution du permafrost de paroi peut être estimée en utilisant un modèle de bilan d'énergie de surface, qui calcule les températures annuelles moyennes à la surface de la roche. Une modélisation de ce type a été réalisée sur le massif du Mont Blanc.</li><li>• <b>Formations superficielles</b> (2400-3200 m) : Le permafrost dans les formations superficielles (éboulis et moraines principalement) est largement présent dans les Alpes, surtout dans les régions où les glaciers sont de taille réduite ou absents. La principale manifestation</li></ul> | <p>Le réseau PermaFRANCE vise le suivi non seulement du permafrost, mais de tous les phénomènes liés au gel à différents niveaux d'altitude, et inclut tant le suivi de l'évolution thermique que l'observation et le suivi des processus. Il s'appuie sur un ensemble de sites instrumentés, sélectionnés en fonction des objectifs scientifiques du réseau, mais aussi des moyens logistiques des partenaires : (i) pour le permafrost en parois rocheuses, les recherches sont concentrées dans le massif du Mont Blanc ; (ii) pour le permafrost en formations superficielles, les recherches sont menées sur plusieurs sites répartis dans les Alpes du Nord et les Alpes du Sud françaises. Idéalement, le réseau devrait à terme permettre d'appréhender les gradients Nord-Sud et de continentalité ; (iii) pour les éboulis froids, les recherches se concentreront sur les sites les plus représentatifs à divers niveaux d'altitude. Chaque site est sous la responsabilité de l'un des partenaires de PermaFRANCE, qui en assure la maintenance, le relevé des données, leur interprétation et leur archivage.</p> <p>Le réseau PermaFRANCE représente la contribution française au réseau alpin PermaNET et au réseau mondial GTN-P (Global Terrestrial Network for Permafrost).</p> | <p>Schoeneich &amp; al. 2010 - R: PermaFRANCE</p> |



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

# Alpes-Climat-Risques

[Accueil](#)[Réseau alpin](#)[Actualités](#)[Base de connaissances](#)[Ressources](#)

## Synthèses thématiques

Changements climatiques et impacts sur l'environnement et les aléas naturels alpins

[Synthèses](#)[Analyse](#)[Inventaire bibliographique](#)[Références](#)

*Synthèses thématiques construites avec le groupe d'experts*

Synthèses ClimChAlp publiées par l'ONERC en 2008 – Mise à jour en préparation



Températures



Précipitations



Couvert neigeux



Glaciers alpins



Permafrost alpin



Végétation alpine



Crues des rivières  
alpines



Crues et laves  
torrentielles



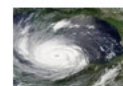
Avalanches  
de neige



Mouvements de  
terrain



Aléas d'origine  
glaciaire



Tempêtes



Feux de  
forêt



ClimChAlp

Interreg III B Alpine Space

Impacts du changement climatique sur les  
systèmes naturels

**Synthèse - Permafrost**

Juin 2008

Rhône-Alpes



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



Working Package 5



ClimChAlp  
Interreg III B Alpine Space



ONERC

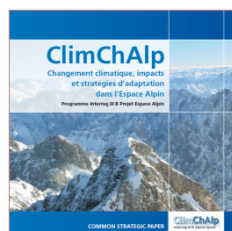
Rhône-Alpes



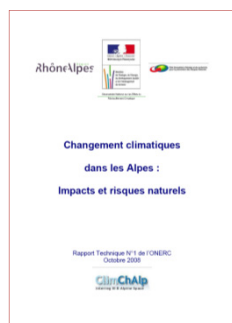
Pôle Alpin d'Études et de Recherche  
pour la Prévention des Risques Naturels

# Valorisation

## Publications ClimChAlp



- » *Climate Change Report*
- » *Natural Hazards Report*
- » *Common Strategic Paper (CSP)*

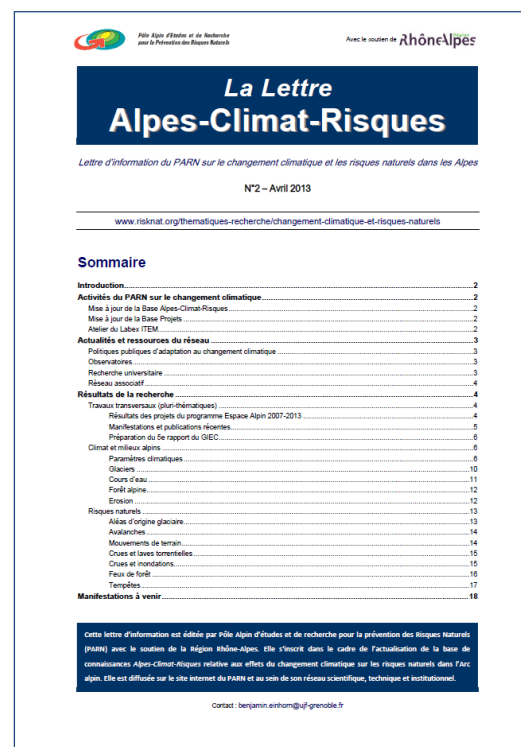


- » *Rapport ONERC (2008)*



- » *Plaquette d'information envoyée aux maires des communes de Rhône-Alpes*

## Lettre d'information



- N°1 (août 2012)
- N°2 (avril 2013)
- N°3 (février 2014)
- N°4 (en préparation)

# Valorisation

## Ateliers d'échange

### Contexte:

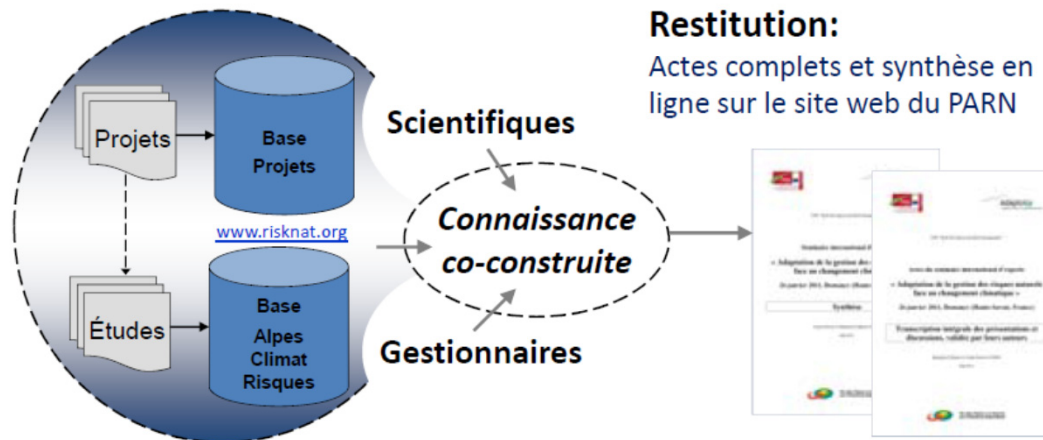
Projets interrégionaux / transfrontaliers / transnationaux...

### Objectifs:

Echanges entre scientifiques et gestionnaires sur une thématique donnée

### Exemple:

Expert Hearing AdaptAlp "*Adaptation de la gestion des risques naturels...*"



# Valorisation

---

## Etat des connaissances mobilisé ensuite par le PARN :

- 2011: Séminaire international d'experts : « Adaptation de la gestion des risques naturels face au changement climatique » | [Projet AdaptAlp](#)
- 2011 : Propositions d'actions concrètes d'adaptation dans le cadre du volet « risques naturels » du PNACC | [MEDDTL-DGPR](#)
- 2012 : Séminaire technique : « Gestion des risques d'origine glaciaire et périglaciaire » (ROGP) | [MEDDE-DGPR](#)
- 2014 : Note de proposition sur la gestion des risques naturels en montagne dans le contexte du changement climatique pour la réactualisation du rapport Amoudry | [Audition du PARN au Sénat](#)
- 2015 : Synthèse sur les risques rocheux prévue dans le cadre du [Projet national C2ROP](#)

# Valorisation

---

## Au titre de ces activités

Participation du PARN :

- SRCAE Rhône-Alpes (2010)
- Diagnostic vulnérabilité / Plans Climat Territoriaux (ex. : PCET Nord-Isère)
- Réunions « risques en montagne » des services de l'Etat (2011, 2013)

Le PARN est membre :

- du Comité d'orientation de l'ORECC (vers un GT risques naturels ?)
- du Comité scientifique « Plateforme Climat régional » GIS Envirhônalp (depuis 2013)
- du Pôle Climat Educ'Alpes (Réseau d'éducation à la montagne alpine)

Autres partenariats sur la thématique du CC :

- RAEE (Rhônalpénergie-Environnement) → Guide « Climat : réussir le changement » (2012-2014)
- MDP (Mission Développement Prospective 73)
- CREA (Centre de recherche sur les écosystèmes alpins)
- etc.

→ Réflexion sur l'élaboration d'indicateurs territorialisés des aléas et des vulnérabilités

# Valorisation

## Article de revue

### Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes :

#### Impacts observés et potentiels sur les systèmes physiques et socio-économiques

Benjamin Einhorn<sup>1\*</sup>, Nicolas Eckert<sup>2</sup>, Christophe Chaix<sup>3</sup>, Ludovic Ravanel<sup>4</sup>, Philip Deline<sup>5</sup>, Marie Gardent<sup>6</sup>, Vincent Boudières<sup>7</sup>, Didier Richard<sup>8</sup>, Jean-Marc Vengeon<sup>9</sup>, Gérard Giraud<sup>9</sup>, Philippe Schoeneich<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>2</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>3</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>4</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>5</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>6</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>7</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>8</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

<sup>9</sup> Université Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

### Résumé

Sous l'effet des changements climatiques, les territoires de montagne alpins enregistrent des évolutions rapides et marquées qui suscitent l'attention croissante des populations, des scientifiques et des gestionnaires. Pour mieux faire face aux aléas et aux vulnérabilités spécifiques à ces territoires, l'adaptation de la prévention des risques naturels aux changements climatiques est aujourd'hui prescrite par les politiques publiques nationales et communautaires en vigueur dans l'arc alpin. Cet article passe en revue les progrès récents dans la connaissance des changements perçus, mesurés et projetés à l'échelle des Alpes françaises dans i) les paramètres climatiques, ii) la cryosphère, les hydrosystèmes et la morphodynamique des versants, iii) les aléas naturels et iv) les risques induits. Cette synthèse renouvelée fournit un aperçu des résultats des projets de recherche, de coopération et de capitalisation sur ces thématiques, acquis pour la plupart au cours de la période de programmation 2007-2013, en s'appuyant sur des bases de données et plateformes de connaissances développées par différents opérateurs scientifiques et techniques dans le cadre de l'arc alpin. Elle est illustrée par une méta-analyse d'exemples déjà publiés de chroniques d'activité d'aléas hydro-gravitaires, accompagnées des paramètres climatiques identifiés comme « prédicteurs ».

### Mots-clés

Risques naturels, observation, projection, adaptation

### Introduction

Les territoires de montagne sont particulièrement concernés par les effets des changements climatiques. Aux impacts observés et potentiels sur des aléas naturels très divers se combine l'augmentation des vulnérabilités dans le contexte du changement global (Borison *et al.*, 1996 ; Boudières *et al.*, 2013).

Depuis quelques années, ces changements rapides suscitent une attention et des préoccupations accrues de la part des populations, des scientifiques et des gestionnaires du territoire et des risques naturels dans les Alpes. Un grand nombre de projets de recherche et de coopérations territoriales y ont été consacrés au sein de programmes européens, nationaux et régionaux (Tab. 1 et 2).

*RG/JAR (accepté)*

Einhorn B., Eckert N., Chaix C., Ravanel L., Deline P., Gardent M., Boudières V., Richard D., Vengeon JM., Giraud G., Schoeneich P. (in press). – **Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes : Impacts observés et potentiels sur les systèmes physiques et socio-économiques**. Revue de Géographie Alpine | Journal of Alpine Research.

# Valorisation

| Services d'observation et bases de données                                                                                                                                         | Missions et objets d'étude                                                                                                                                                                                                                                                                 | Types de données                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Organismes porteurs et producteurs de données*                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Observations climatiques</b>                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |
| Météo-France<br><a href="http://www.meteofrance.com/">http://www.meteofrance.com/</a>                                                                                              | Missions de service public de diffusion d'informations sur la météorologie et le climat. Publie notamment des bilans climatiques annuels et saisonniers                                                                                                                                    | Données d'observations ( <i>in situ</i> , radar, satellite), climatologie, modèles et données de prévisions et prévisions climatiques                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Météo-France                                                             |
| Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region (HISTALP)<br><a href="http://www.zamg.ac.at/histalp/">www.zamg.ac.at/histalp/</a>          | Longues séries de paramètres climatiques couvrant l'arc alpin (« Grande Région Alpine »)                                                                                                                                                                                                   | Données homogénéisées mensuelles de températures, précipitations, pression atmosphérique, ensoleillement et nébulosité                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ZAMG (Autriche)                                                          |
| <b>Environnement alpin</b>                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |
| Les GLACiers, un Observatoire du CLIMat (GLACIOCLIM)<br><a href="http://www.lgege.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/">www.lgege.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/</a>                           | Observatoire de Recherche en Environnement de la thématique "Surfaces et Interfaces Continentales" portant sur l'étude des Glaciers et du Climat                                                                                                                                           | Bilans de masse glaciaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | LGGE, Irstea                                                             |
| Réseau de mesure du permafrost et des processus liés au gel (PermaFRANCE)                                                                                                          | Réseau d'observation et de suivi du permafrost de montagne français, des phénomènes liés au gel et des processus périglaciaires associés                                                                                                                                                   | Voir Bodin <i>et al.</i> , 2015 (ce volume)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PACTE, EDYTEM                                                            |
| <b>Aléas « naturels »</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |
| Enquête permanente sur les avalanches (EPA)<br><a href="http://www.avalanches.fr/epa_lobservaion-actuelle">www.avalanches.fr/epa_lobservaion-actuelle</a>                          | Dispositif régulier d'observation des avalanches en France donnant accès à un inventaire, le plus complet possible, des événements d'avalanche ayant eu lieu sur les sites observés pendant la saison hivernale (4000 couloirs à ce jour)                                                  | Base de données des événements observés pour chaque site (dates, altitudes, dépôt, caractéristiques, météo 3 jours, précédents, météo 4h, précédentes, causes, victimes, dégâts ou lieux atteints)                                                                                                                                                                                                                                 | Irstea, ONF-RTM, MEDDE                                                   |
| Observatoire des Risques Naturels en Montagne du service de Restauration des Terrains en Montagne (BD RTM Événements)<br><a href="http://rtm-onf.ifn.fr">http://rtm-onf.ifn.fr</a> | Base de données sur les événements d'avalanche, inondation, crue torrentielle, ravinement, chute de bloc, glissement de terrain, affaissement et tassement par retrait                                                                                                                     | Informations sur plus de 30 000 événements, et plus de 19 000 ouvrages de protection contre les risques naturels (regroupés en 2400 dispositifs de protection)                                                                                                                                                                                                                                                                     | ONF-RTM, IFN, MEDDE, Ministère de l'Agriculture                          |
| Observatoire Multidisciplinaire des Instabilités de Versants (OMIV)<br><a href="http://omiv.osug.fr/">http://omiv.osug.fr/</a>                                                     | Etude de la dynamique des mouvements gravitaires (endommagement, déclenchement, propagation) et de l'effet des forçages externes (climat, séismes) sur quatre sites représentatifs des mécanismes observés dans les Alpes françaises (roches tendres/denses, mouvements lents ou rapides). | Développement d'une instrumentation multidisciplinaire permanente sur chaque site, visant à caractériser : i) la cinématique de déplacement et de déformation (géodésie, inclinomètres, extensomètres, imagerie aérienne et satellitaire), ii) le comportement sismique du glissement (endommagement fragile via les microséismes et réponses aux séismes régionaux), iii) les réponses hydrauliques aux forçages météorologiques. | ISTerre, Géoazur, EMMAH, IPGS-EOST, Chrono-Environnement                 |
| Surveillance Séchilienne<br><a href="http://www.versant-sechilienne.developpement-durable.gouv.fr/">www.versant-sechilienne.developpement-durable.gouv.fr/</a>                     | Système opérationnel de surveillance du versant instable des Ruines de Séchilienne (Isère)                                                                                                                                                                                                 | Données de télésurveillance : extensométrie, positionnement GPS, vitesses de déplacement...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | MEDDE, CEREMA                                                            |
| Banque Nationale de Données pour l'Hydrométrie et l'Hydrologie (Banque HYDRO)<br><a href="http://www.hydro.eaufrance.fr">www.hydro.eaufrance.fr</a>                                | Banque de données hydrologiques des services de l'Etat administrée et gérée par le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations                                                                                                                           | Mesures de hauteur d'eau à divers pas de temps en provenance de 3 500 stations de mesure (dont 2 400 en service) implantées sur les cours d'eau français et accès aux données signalétiques des stations                                                                                                                                                                                                                           | MEDDE, (SCHAPI, DREAL, SPC, etc.), EDF, Irstea, compagnies d'aménagement |
| Service de Prévision des Crues des Alpes du Nord (« Information sur la vigilance crues »)<br><a href="http://www.vigicrues.gouv.fr">www.vigicrues.gouv.fr</a>                      | Mission réglementaire de surveillance, de prévision et de transmission de l'information sur les crues                                                                                                                                                                                      | Données des stations de mesure des hauteurs et débits liquides des principaux cours d'eau métropolitains (stockées dans la Banque HYDRO)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | MEDDE, SPC Alpes du Nord (DDT38)                                         |
| Base de Données sur les Incendies de Forêt en France (BDIFF)<br><a href="http://bdiff.ifn.fr/">http://bdiff.ifn.fr/</a>                                                            | Rassemble toutes les données relatives à des incendies de forêt survenus en France métropolitaine depuis l'année 199                                                                                                                                                                       | Données à caractère déclaratif collectées de manière complémentaire par différents services locaux (départementaux ou régionaux)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | MAAPRAT, MIOMCTI, DGPAAT, IGN                                            |
| Notes :                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |
| * Acronymes : voir sites internet                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |

Tableau 4 : Services d'observation et de surveillance producteurs de données sur le changement climatique, les milieux physiques et les risques naturels pour les Alpes françaises.

# Valorisation

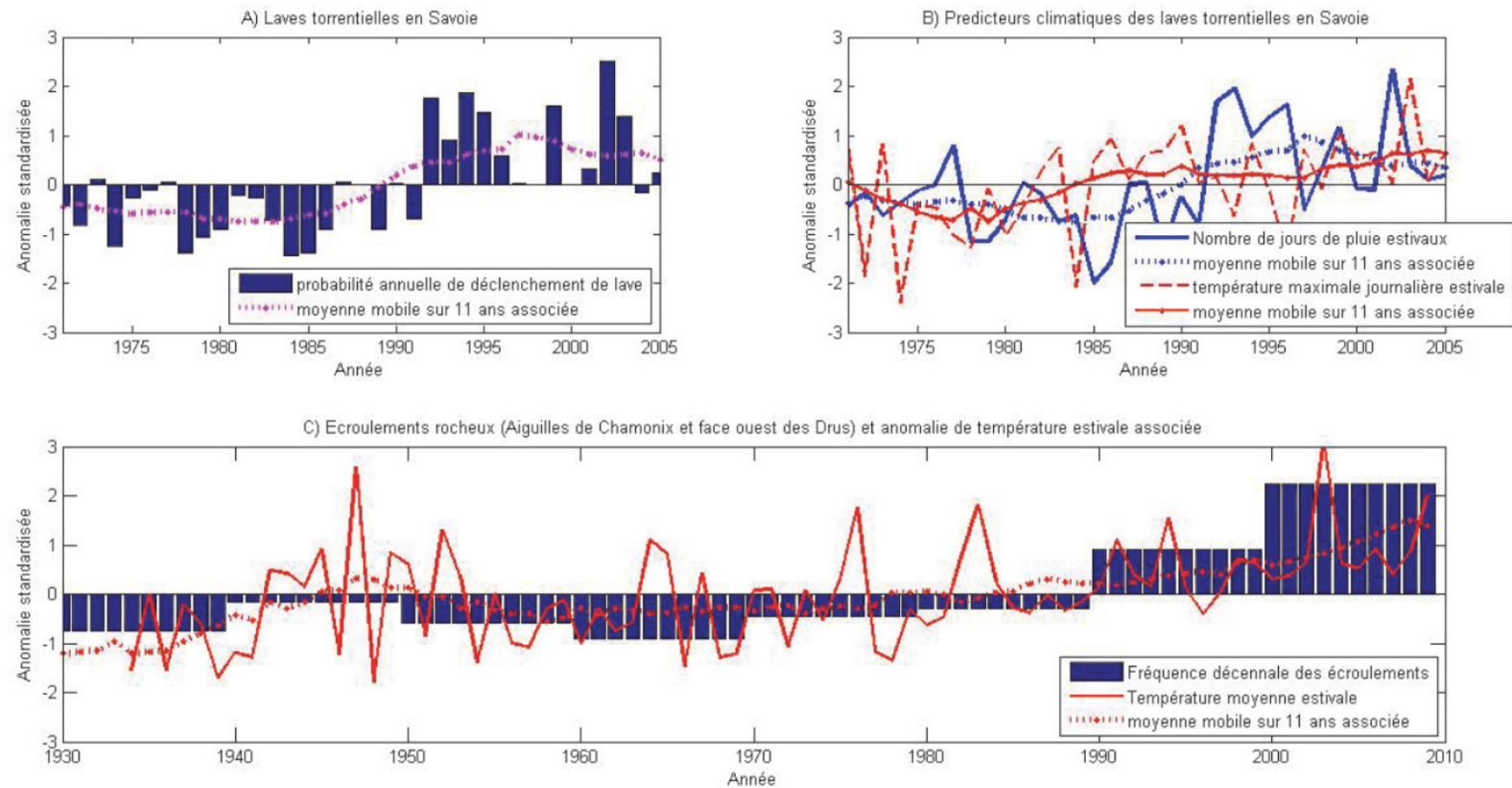
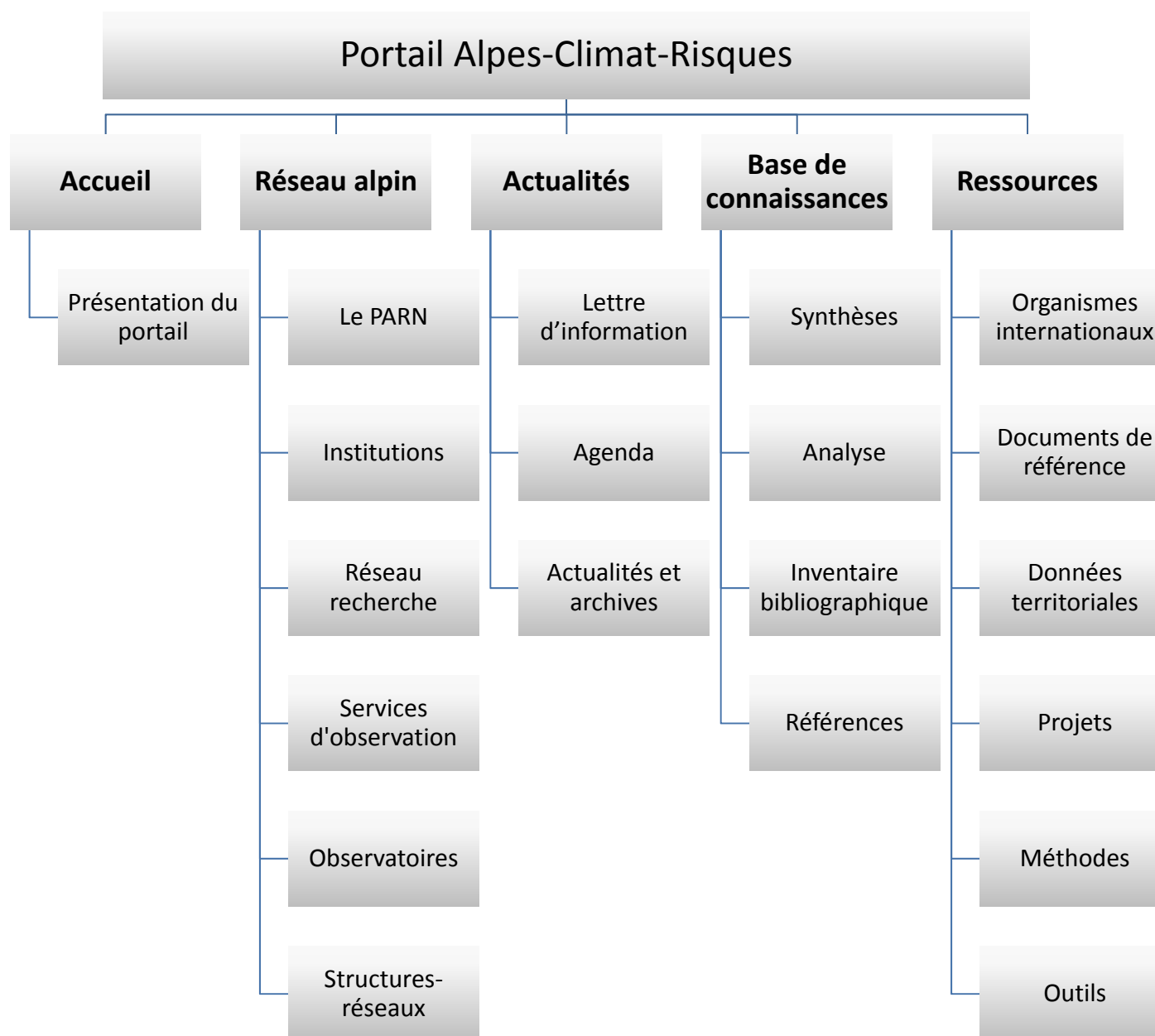


Figure 4 : Réponse de deux aléas aux changements récents de facteurs météorologiques estivaux. (A) Fréquence annuelle de lave torrentielle en Savoie (B) et prédictors identifiés, (Jomelli *et al.*, in press). (C) Nombre d'éroulements rocheux dans les Aiguilles de Chamonix et les Drus et anomalie de température associée (Ravanel et Deline, 2011). Le calcul d'anomalie est effectué par rapport à la période d'étude considérée.

# Le portail Alpes-Climat-Risques

---





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

<http://risknat.org>

**Merci**

Benjamin Einhorn – Chargé de mission PARN

[http://www.researchgate.net/profile/Benjamin\\_Einhorn](http://www.researchgate.net/profile/Benjamin_Einhorn)



Réunion annuelle 2015 de l'AFDP, 18 et 19 juin 2015, Vénosc/Les Deux Alpes (Isère)

# Valorisation

---

## Publications

- Boudières V., Cartier-Moulin O. (2014) – **Gestion des risques naturels en montagne**. Propositions pour la réactualisation du rapport Amoudry, PARN – ASTERISQUES Consultants, Audition au Sénat par Mme Masson-Maret et M. Vairetto, 14/01/2014, 10 pp.
- Castellari S. (Resp.), (2008) – **“Natural Hazard Report”, Extended Scientific Final Report (ESFR\_WP5\_NHAR), ClimChAlp project**, 313 pp.
- PRUDENT G., VENGEON J.M. (Chapter 1): “Assessment of historical processes involving natural hazards”, 3–24.
  - PRUDENT G., VENGEON J.M. (Chapter 4): “Future scenarios of natural hazards”, 276–287.
  - PRUDENT G., VENGEON J.M. (Chapter 6): “Gaps and research needs”, 305–313.
- ClimChAlp (2008) – **« Changement climatique, impacts et stratégies d’adaptation dans l’Espace Alpin — Programme Interreg III B Projet Espace Alpin »**, Common Strategic Paper (CSP), Partenaires du projet ClimChAlp, mars 2008, 32 pp.
- ClimChAlp (2008) – **“Climate Change, Impacts and Adaptation Strategies in the Alpine Space Strategic Interreg III B Alpine Space Project”**, Common Strategic Paper (CSP), The ClimChAlp Partnership, March, 2008, 32 pp.
- Einhorn B., Eckert N., Chaix C., Ravanel L., Deline P., Gardent M., Boudières V., Richard D., Vengeon JM., Giraud G., Schoeneich P. (in press). – **Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes : Impacts observés et potentiels sur les systèmes physiques et socio-économiques**. Revue de Géographie Alpine | Journal of Alpine Research.
- Einhorn B., Peisser C. (2011) – **« Adaptation de la gestion des risques naturels face au changement climatique – Actes complets »**. Projet ALPINE SPACE AdaptAlp: “Adaptation to Climate Change in the Alpine Space”, Séminaire international d'experts, 26 janvier 2011, Domancy (Haute-Savoie), 24 pp.
- Einhorn B., Peisser C. (2011) – **« Adaptation de la gestion des risques naturels face au changement climatique – Synthèse »**. Projet ALPINE SPACE AdaptAlp: “Adaptation to Climate Change in the Alpine Space”, Séminaire international d'experts, 26 janvier 2011, Domancy (Haute-Savoie), 24 pp.
- Prudent-Richard G., Gillet, M., Vengeon J.M., Descotes-Genon S., Einhorn B., Deniset T., *et al.*, (2008) – **« Changement climatiques dans les Alpes : Impacts et risques naturels »**. Rapport Technique N°1, ONERC/PGRN/Région Rhône-Alpes, 100 pp.

# Valorisation

---

## Communications

- Einhorn B. (2013) – **Risques naturels et changement climatique dans les Alpes / Risques d’Origine Glaciaire et Périglaciaire (ROGP)**. Réunion « Risques en Montagne » (MEDDE / services de l’Etat déconcentrés / services RTM), Chambéry, 26 juin 2013. (Présentation)
- Einhorn B. (2011) – « **Adaptation de la gestion des risques naturels aux effets du changement climatique dans les Alpes** ». Journée annuelle de l’opération "Sites pilotes" / GIRN Alpes : « Gestion intégrée des risques naturels et adaptation des pratiques aux impacts du changement climatique », L’Argentière-la-Bessée (Hautes-Alpes), 25 novembre 2011. (Présentation)
- Einhorn B., Boudières V. (2012) – « **Questionner l’impact des changements climatiques dans la gestion des risques naturels en montagne, un besoin d’interface scientifique–opérationnelle fort** ». Assises Nationales des Risques Naturels (ANRN), Bordeaux, 19-20 janvier 2012. (Poster + Résumé)
- Prudent-Richard G., Gillet, M., Vengeon J.M., Descotes-Genon S. (2008) – « **Changement climatique et risques naturels : quelles tendances dans les Alpes ?** ». Plaquelette Région Rhône-Alpes/ONERC/PGRN (tirage : 10 000 exemplaires), avril 2008. (Plaquelette)
- Vengeon J.M. (2006) – « **Climate Change, Impacts and Adaptation Strategies in the Alpine Space** » [ClimChAlp WP5 Knowledge base]. Wengen 2006 Workshop: “Adaptation to the Impacts of Climate Change in the European Alps”, Wengen, October 4-6, 2006. (Présentation)
- Vengeon J.M. (2008) – « **Changement climatique : quels impacts sur les risques naturels dans les Alpes ? – Les résultats du projet CLIMCHALP** ». [Présentation] Conférence internationale : « Changement climatique – responsabilités et opportunités des villes des Alpes » [Association Ville des Alpes de l’Année ; Ville de Gap ; Convention Alpine], Gap, 12 septembre 2008. (Présentation)