

FORUM A - Comment réduire la vulnérabilité des vallées alpines ?

Risques et vulnérabilités spécifiques aux vallées alpines

Benjamin Einhorn, PARN



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

Sommaire

I. Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

- 1) Des aléas multiples
- 2) Des vulnérabilités plurielles

II. Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

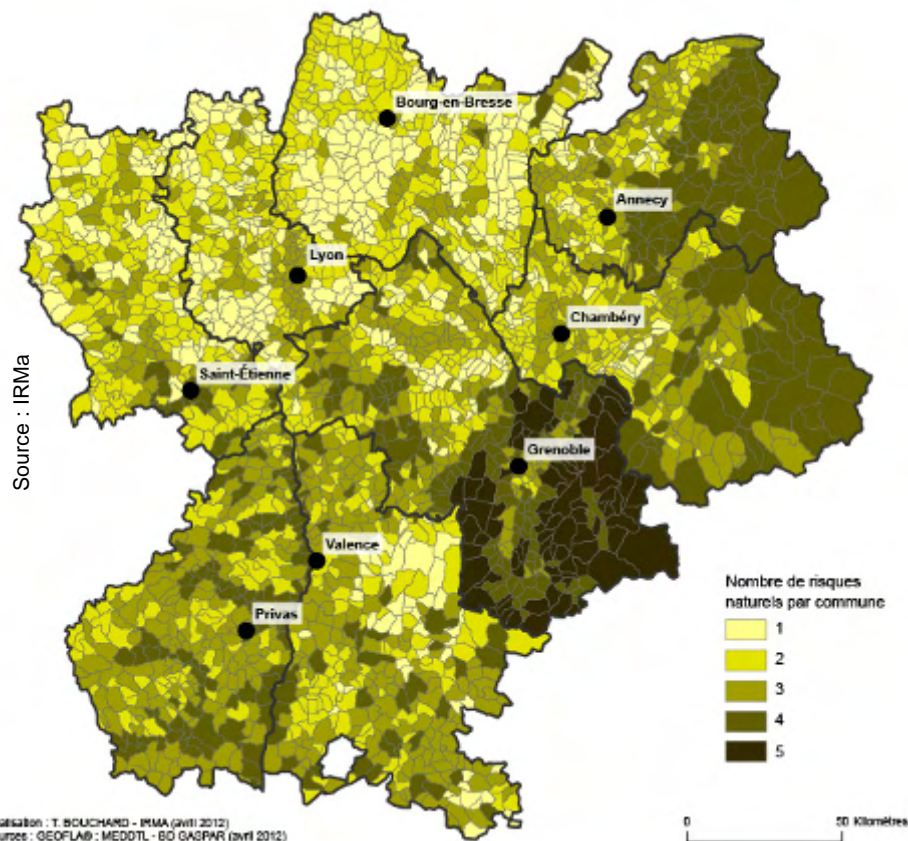
- 1) Stratégie de réduction des aléas
- 2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité
- 3) Résilience des territoires de montagne

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

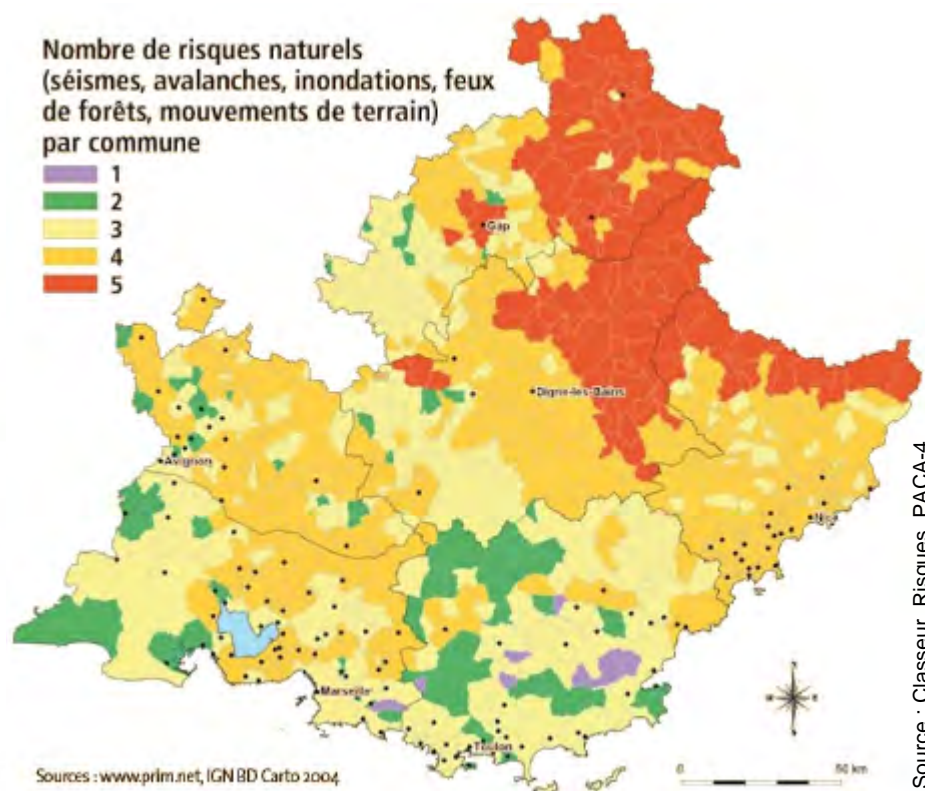
1) Des aléas multiples

Les territoires de montagne sont le siège de nombreux aléas naturels :

Rhône-Alpes :



PACA :



Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches



Avalanche à Saint-Colomban-des-Villards (73), Déc. 1938



Aérosol déclenché artificiellement au Roux d'Abriès (05), Janv. 2004

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels



Torrent des Acles, Néevache (05), Oct. 2000



Coulée boueuse

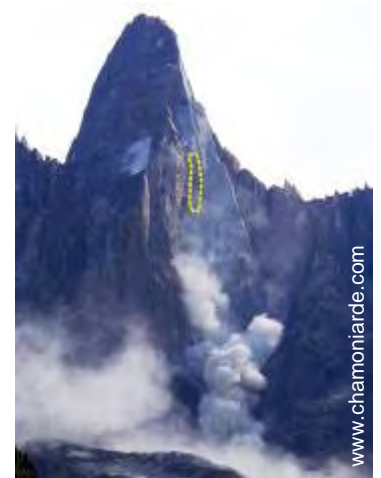


Crue du Doménon, Saint-Martin d'Uriage (38), Août 2005

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels
- Mouvements de terrain



Eboulement en haute montagne
Les Drus, Oct. 2011



Chutes de blocs



Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels
- Mouvements de terrain



Glissement superficiel le long de la RD213, accès au col de la Madeleine, Mai 2010



Glissement profond (La Clapière, 06)

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels
- Mouvements de terrain
- Aléas d'origine glaciaire



Mont Rose



Chutes de séracs : glacier suspendu de Tacconnaz (Mont Blanc, 74)

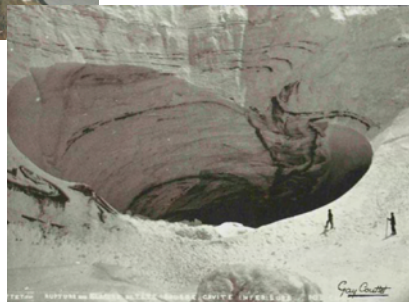
Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels
- Mouvements de terrain
- Aléas d'origine glaciaire



Lac de Rochemelon (73), Août 2004



Poche d'eau Tête Rousse (74), 1882



Lac d'Arsine (05), 1985

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

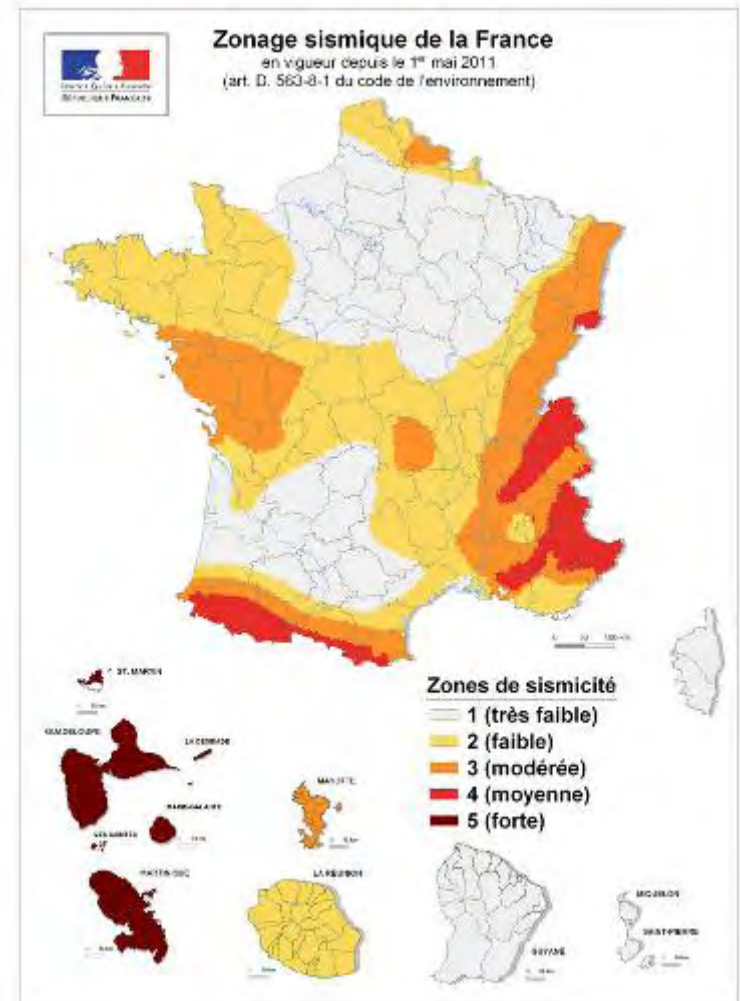
1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels
- Mouvements de terrain
- Aléas d'origine glaciaire
- Séismes



Le séisme du 15 juillet 1996 (Epagny – Annecy) a entraîné près de 80 M€ de dégâts

<http://ismalp.obs.ujf-grenoble.fr>



Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

- Avalanches
- Aléas torrentiels
- Mouvements de terrain
- Aléas d'origine glaciaire
- Séismes
- Feux de forêt

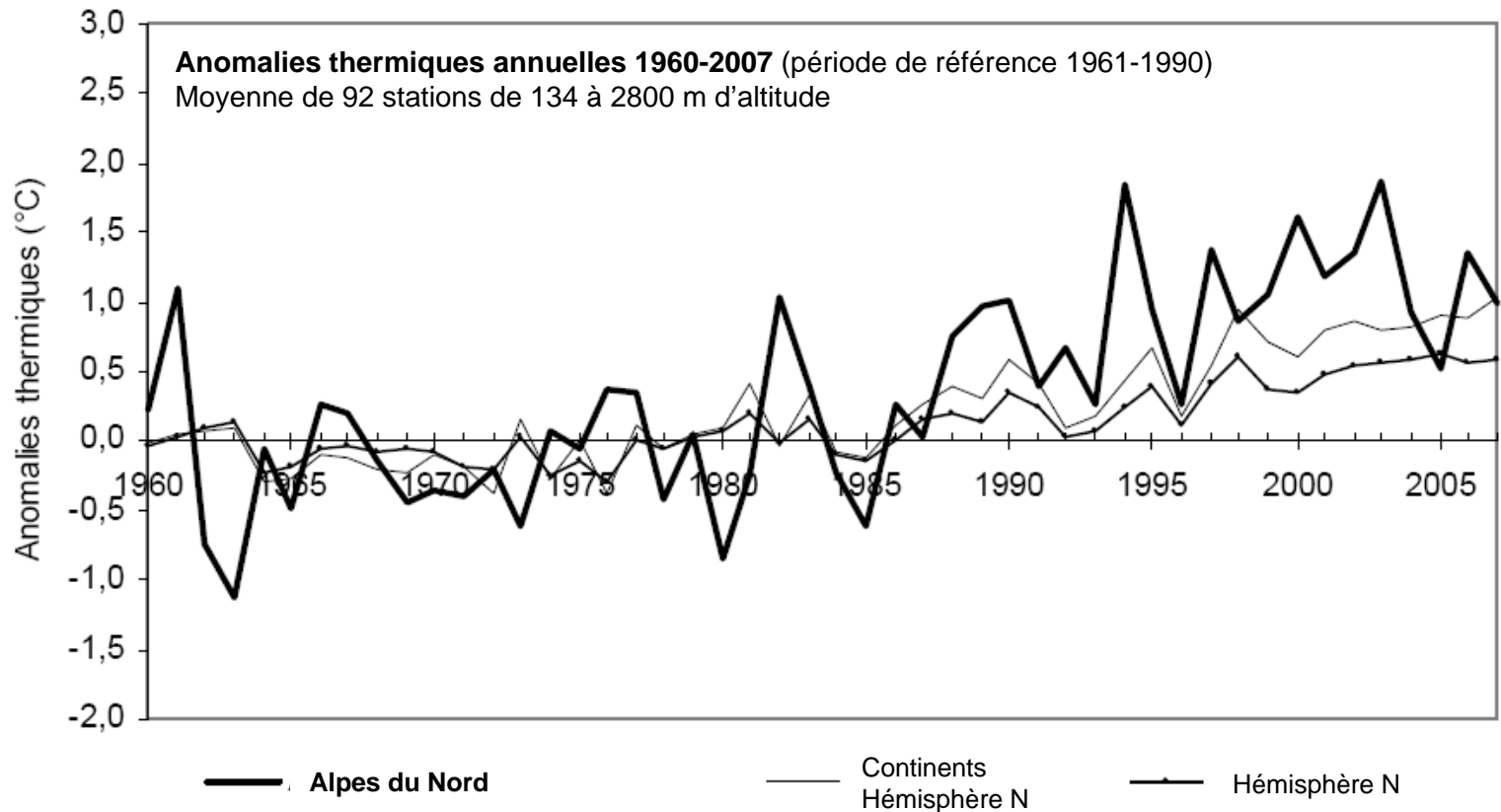
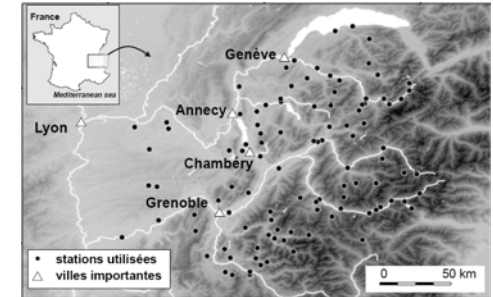


Incendie du Néron à Grenoble (> 1 mois), Août 2003

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

... et potentiellement changeant



Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

... et potentiellement changeant

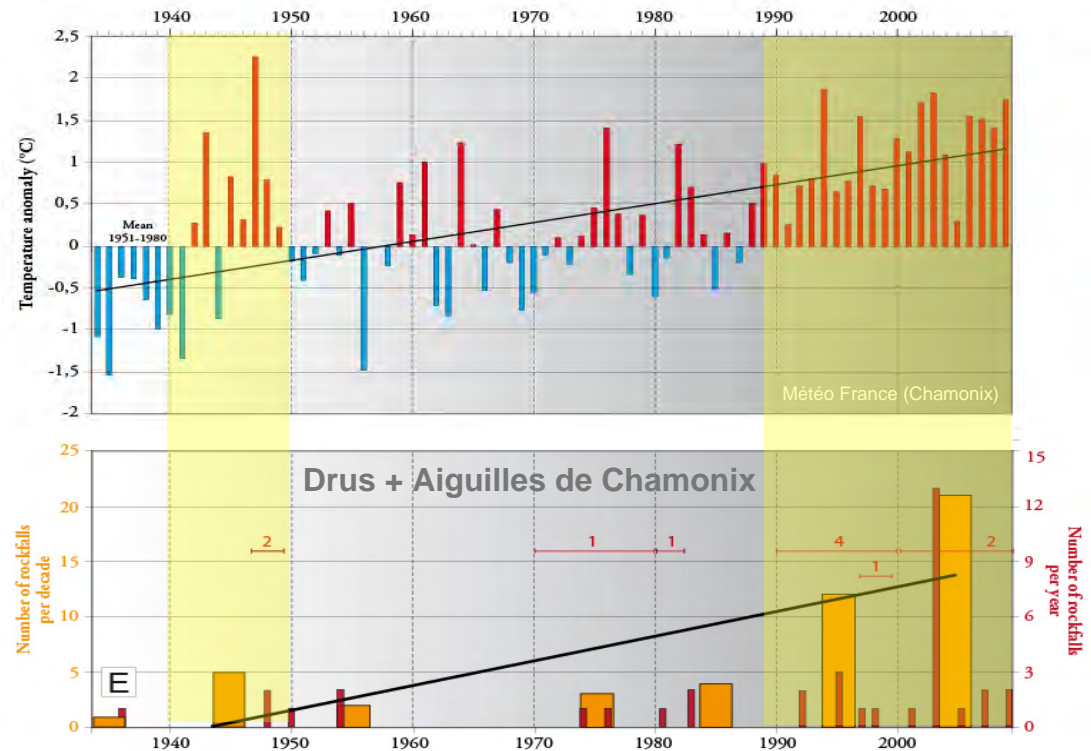
Occurrence des **éboulements de haute montagne** pendant les périodes chaudes (Mont Blanc)

- années 1947-1950 et 1980-2010
- été 2003, août 2009, juillet 2010...



Rockfall scar with exposed ice. Photo: L. Trucco (Cervin)

dégradation du permafrost

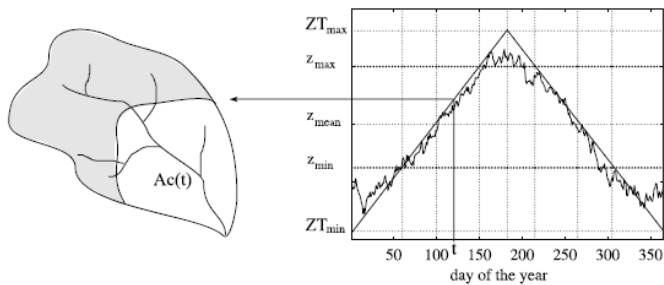


Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

... et potentiellement changeant

Projections pour la Suisse : augmentation (jusqu'à x 5) de la fréquence des crues centennales !



Partition du bassin versant par l'altitude du niveau de congélation $ZT(t)$ et **partie contributive du bassin (Ac)**

Régime du niveau de congélation correspondant



Variabilité du **ratio des périodes de retour** relatif à la crue centennale non influencée (selon l'hypothèse $\Delta T = +2^{\circ}C$ et $\Delta \text{précip.} = +10\%$)

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

... et potentiellement changeant (ex.: ROGP)

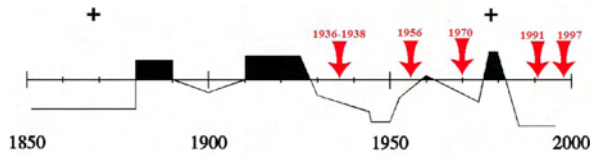


Fig 9 : Périodes climatiques favorables (+) et défavorables (-) aux glaciers de l'Ubaye depuis 1850. Image prise de Glaciers et glaciers rocheux de l'Ubaye, par Alain Assier, 1996

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



Buckel 2010



Roullier/RiskYdrogeo 2006

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

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

1) Des aléas multiples

... et potentiellement changeant

... avec de possibles couplages

Risques couplés et impacts du changement climatique : des risques émergents ?



Glacier de la Brenva (Vallée d'Aoste)



Versant instable de Séchilienne (38)

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Exposition et sensibilité aux aléas,
mais aussi potentiel de perte et d'endommagement

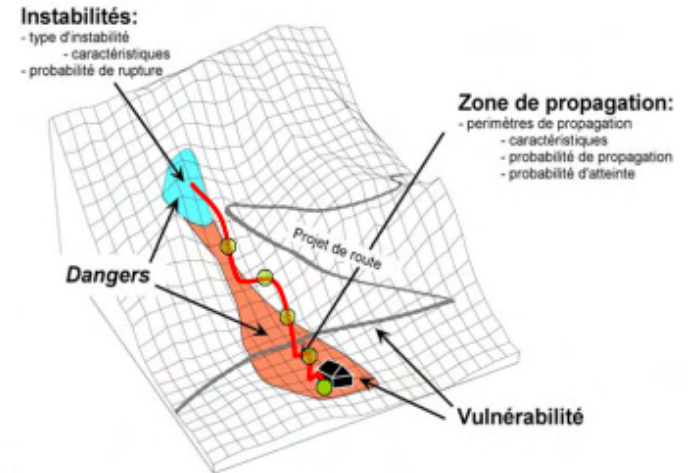
= combinaison de
différents facteurs
physiques, socio-
politiques,
organisationnels,
économiques et
culturels

Définition de l'UNESCO (1997)



Illustrations Prim.net

- **Aléa:** Phénomène naturel aléatoire qui peut constituer un danger. L'aléa est donc une probabilité d'occurrence d'un phénomène à un endroit donné
- **Vulnérabilité:** constitue d'une part l'exposition d'un enjeu à un aléa et d'autre part exprime les conséquences de cette exposition
 - **Enjeu:** intérêts menacés par les phénomènes et vulnérables à ces phénomènes.



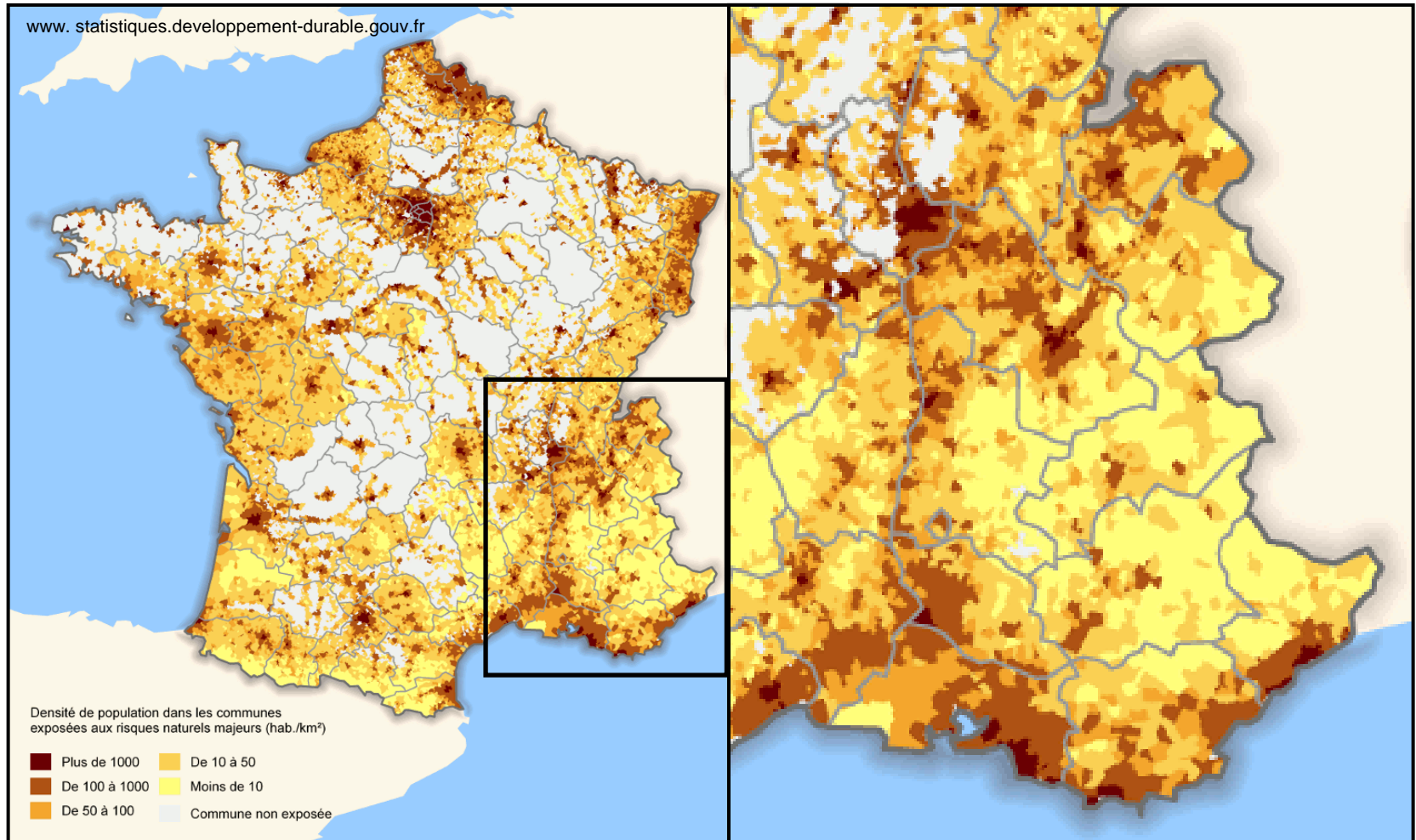
La vulnérabilité des vallées alpines est liée aux caractéristiques de développement qui vont présenter une sensibilité et une exposition plus ou moins grande aux aléas

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Enjeu} \times \text{Vulnérabilité/Capacités}$$

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

L'exposition des vallées alpines aux risques naturels



Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

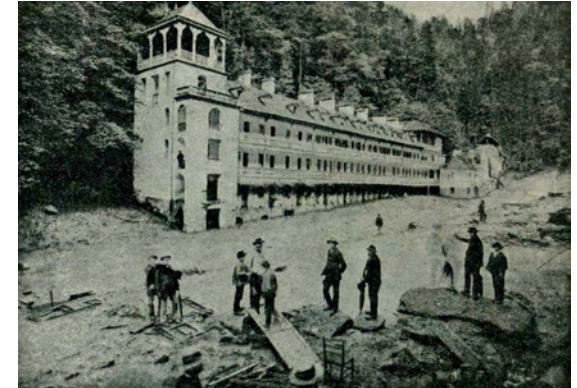
- Biens et personnes exposés



Glissement argileux La Salle en Beaumont, 1994
4 morts



Avalanche Montroc (Chamonix), Fév. 1999
12 morts



Catastrophe de Saint-Gervais, 1882
175 morts



Eboulement gorges de la Bourne, 2004
2 morts

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

- Biens et personnes exposés



Torrent du Ségure à Ristolas (05), Juin 1957



Crue torrentielle du Vorz à Saint-Agnès (38), Août 2005



Engrèvement d'un lotissement à Domène (38), août 2005

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

- Biens et personnes exposés



Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

- Biens et personnes exposés
- Infrastructures, réseaux routiers, ferroviaires, télécommunications, flux de circulation



Torrent du Verdarel à Saint-Chaffrey (05) : crue du 9 juillet 1981



Route de l'Alpe du Grand Serre coupée par un éboulement, Mars 2013

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

- Biens et personnes exposés
- Infrastructures, réseaux routiers, ferroviaires, télécommunications, flux de circulation

**Coupures d'itinéraire
=> enclavement, déviations,
répercussions sur l'ensemble du trafic...**



Route de Tignes et Val d'Isère coupée par une avalanche, Avril 2013



Inondations catastrophiques : Queyras, Maurienne, Ubaye, Juin 1957

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

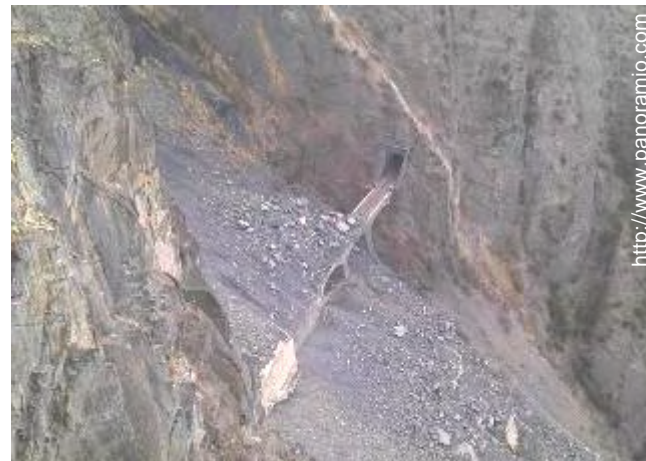
2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

- Biens et personnes exposés
- Infrastructures, réseaux routiers, ferroviaires, télécommunications, flux de circulation
- Activités économiques et touristiques



Centrale de Pinsot sur le Breda, Sept. 2005



Eboulement sur la voie du Train de la Mure (38), Oct. 2010



Refuge des Cosmiques, Août 1998

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

Enjeux :

- Biens et personnes exposés
- Infrastructures, réseaux routiers, ferroviaires, télécommunications, flux de circulation
- Activités économiques et touristiques

... et possibles couplages
entre risques naturels et anthropiques
(NATECH)



Glissement de Séchilienne (38)

Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

2) Des vulnérabilités plurielles

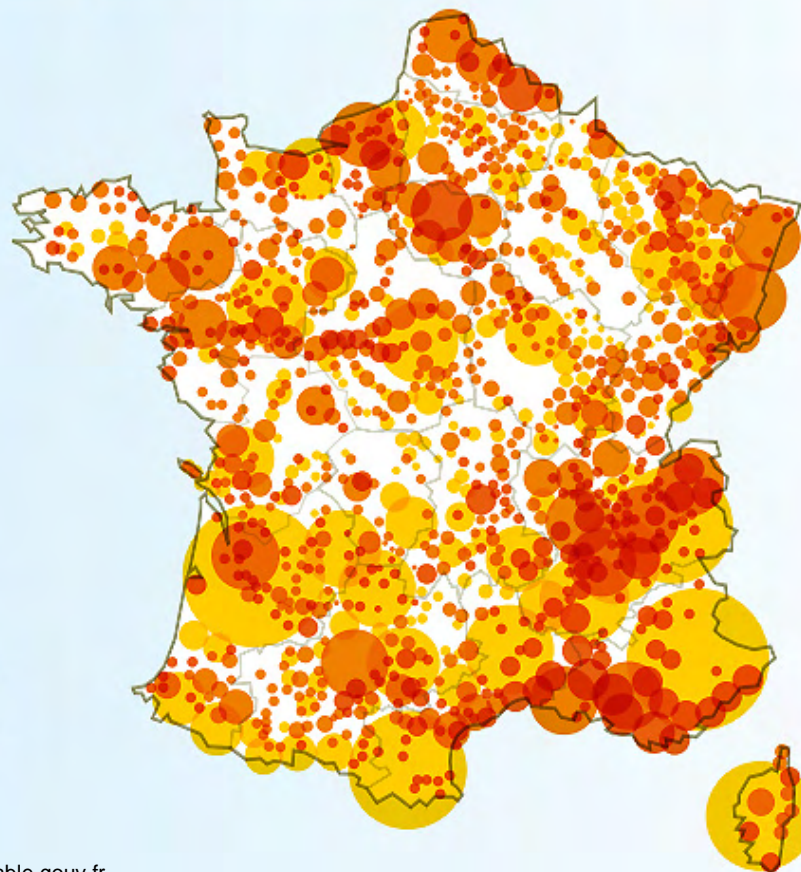
... et en évolution !

Exposition des populations aux risques climatiques en France métropolitaine en 2005

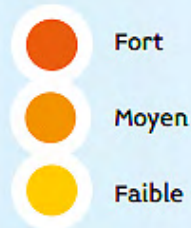
Cette carte illustre que le niveau d'exposition de la population de France métropolitaine aux risques naturels est susceptible d'augmenter avec le changement climatique (avalanches, tempêtes, feux de forêt, inondations, mouvements de terrain) : plus la densité de population est forte et plus le nombre de risques naturels identifié par commune est élevé, plus l'indice est fort.

La vulnérabilité des territoires exposés est susceptible de s'accroître avec le changement climatique dans la mesure où l'on s'attend à ce que certains événements et extrêmes météorologiques deviennent plus fréquents, plus répandus et/ou plus intenses.

L'ampleur des risques encourus est donc plus que jamais liée aux choix en matière de développement et d'aménagement du territoire. Actuellement 29 % des communes françaises métropolitaines sont exposées (au moins moyennement) aux risques climatiques.



Indice d'exposition



Sommaire

I. Risques, territoires de montagne et vulnérabilité spécifiques

- 1) Des aléas multiples
- 2) Des vulnérabilités plurielles

II. Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

- 1) Stratégie de réduction des aléas
- 2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité
- 3) Résilience des territoires de montagne

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil



Banquettes paravalanches



Râteliers (Flaine)



Râteliers (Les 2 Alpes)



Filet paravalanche



Tourne (Chamonix)



Tremplin (Peisey-Nancroix)



Immeuble en étrave (Méribel)



Galerie paravalanche

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil



Grillage plaqué



Contrefort en maçonnerie



Béton projeté sur treillis d'armature ancré



Massif drainant et géotextile avant revégétalisation



Drainage



Chenaux métalliques et géotextile

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil



Ecran pare-pierres à haute énergie (1500 kJ) déformable, Saint-Maurice (Valais)



Galerie pare pierres

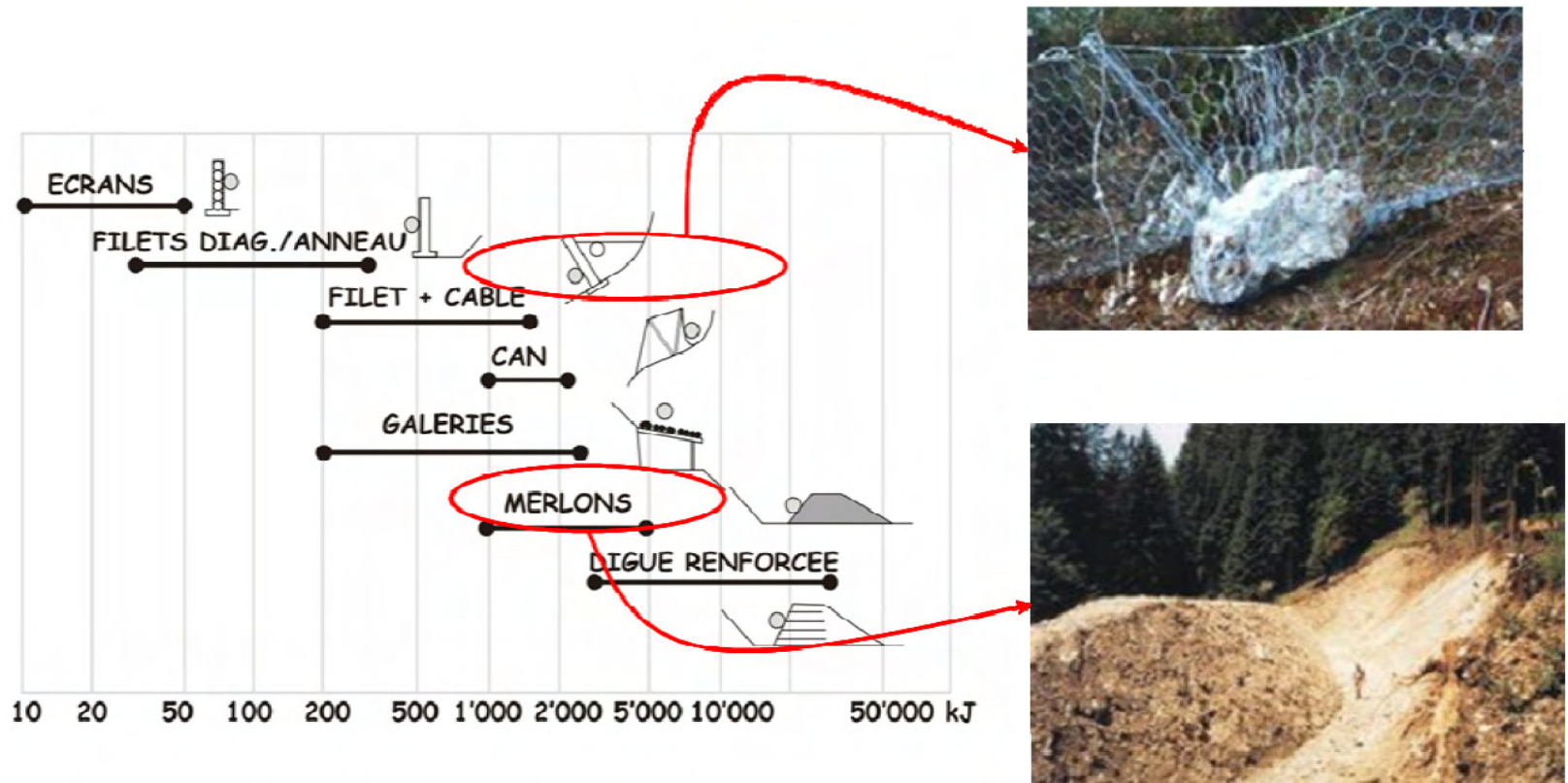


Merlon pare blocs (Val d'Isère)

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil



Positionnement des ouvrages de protection (dans ou en pied de pente) sur le diagramme de Descoedres (1997)

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil



RTM05

Plage de dépôt, torrent du Verdarel (dépôts de la crue du 1er sept. 2005)



www.ac-grenoble.fr

Chute de blocs sur un paravalanche

Vulnérabilité des ouvrages !

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil



Source : C. Vincent/LGGE

Séracs de Taconnaz
(vallée de Chamonix, Haute-Savoie)



Vulnérabilité des ouvrages !

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil

... jusqu'au gigantisme

=> Analyses coût-bénéfice



Digue de protection achevée en 2003 pour protéger Pontresina (GR) contre les avalanches, les chutes de pierres et les laves torrentielles que la fonte du pergélisol pourrait déclencher sur le Schafberg
Dimensions : 13 x 460 m ; Coût : 7,5 millions CH Fr

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil
- Forêts de protection / maintien du pâturage



Boisements de protection, Station des deux Alpes

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil
- Forêts de protection / maintien du pâturage
- Génie végétal



Talus revégétalisé et protégé par un grillage

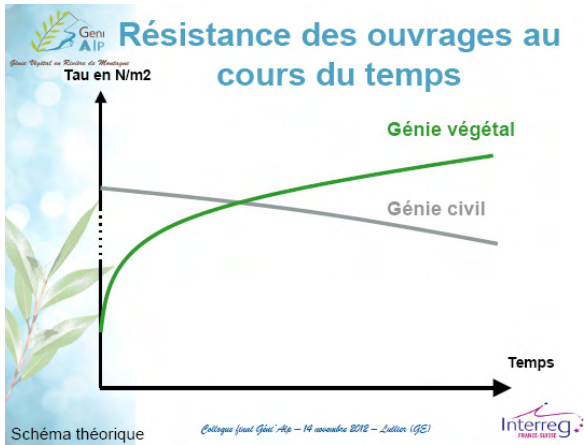


Géotextile (toile de jute) posé avant végétalisation

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil
- Forêts de protection / maintien du pâturage
- Génie végétal



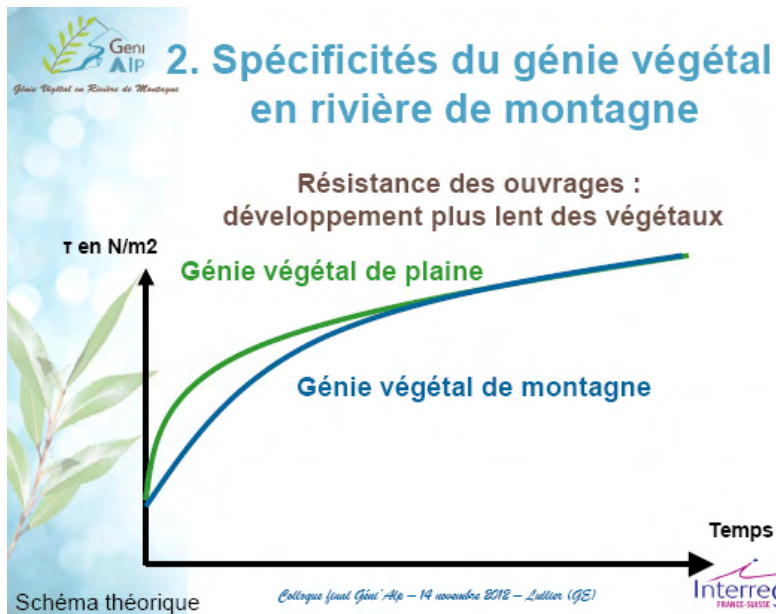
Projet Geni'Alp

Stabilisation de berges érodées par glissements de terrain

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

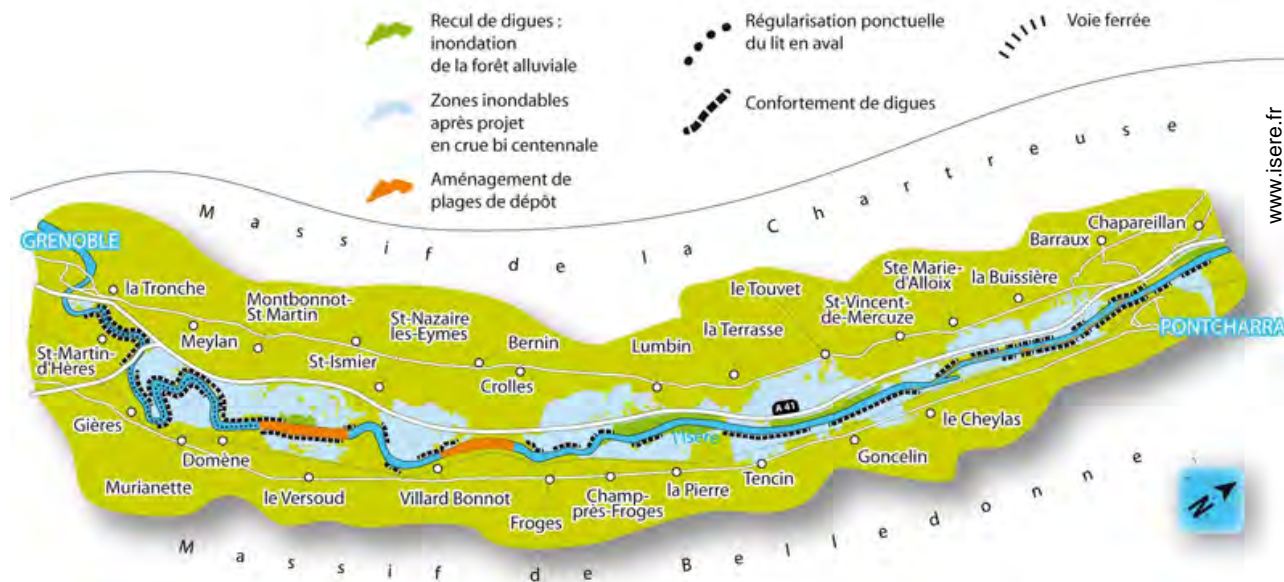
- Dispositifs de protection : génie civil
- Forêts de protection / maintien du pâturage
- Génie végétal
- Techniques mixtes



Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

1) Stratégie de réduction des aléas

- Dispositifs de protection : génie civil
- Forêts de protection / maintien du pâturage
- Génie végétal
- Techniques mixtes
- Zones d'expansion des crues (inondation contrôlée en amont des enjeux urbains)

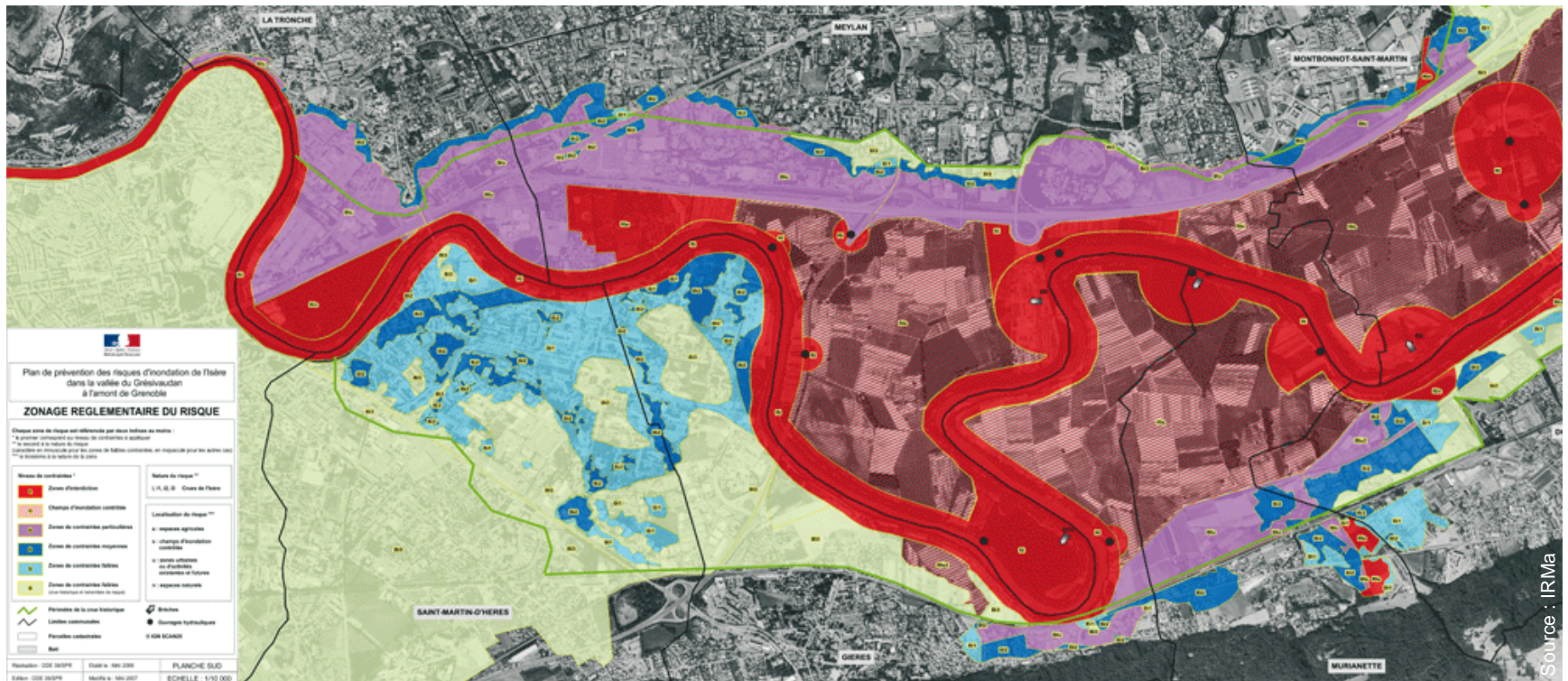


Projet Isère amont du SYMBHI

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité

- Zonage réglementaire



Zonage réglementaire du PPRI Isère amont (en rouge les zones d'interdiction, en violet les zones de contraintes particulières, en bleu foncé les zones de contraintes moyennes, en bleu clair les zones de contraintes faibles)

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité

- Zonage réglementaire

Problématique multi-risques...



Clichés : V. Boudières

PPR Avalanches (Chamonix)

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité

- Gestion du risque résiduel (*le risque zéro n'existe pas !*) => **vivre avec le risque**
=> prévoir les actions à mettre en œuvre en cas de dépassement de la valeur seuil

Exemple de mesures préventives pour la sécurité des personnes :

- systèmes de surveillance et d'alerte
- plans d'évacuation et de secours (accès protégés, lieux de mise en sécurité)

Exemples de mesures d'adaptation aux situations d'isolement au niveau des communes :

- constitution de stocks de nourriture, médicaments, hydrocarbures, pour plusieurs jours
- identification des lieux pouvant être utilisés comme structures d'accueil d'hébergement d'urgence

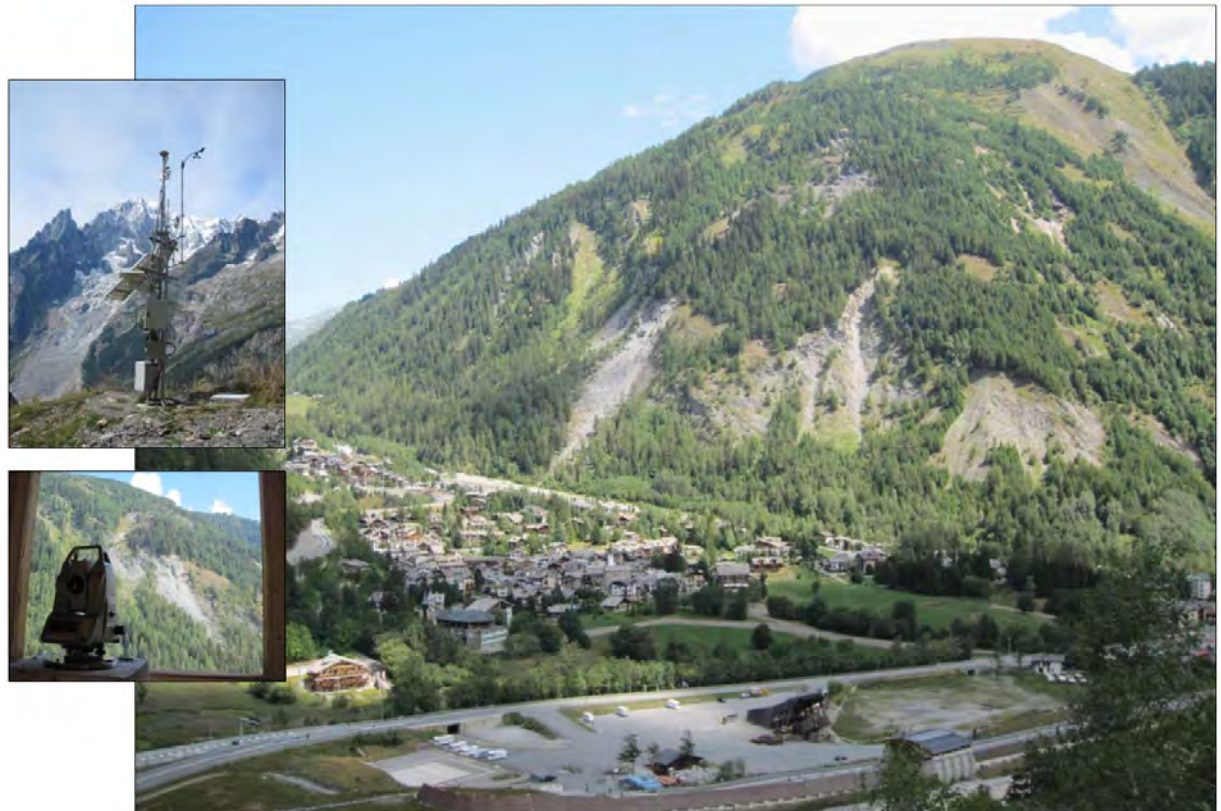
Exemple de pratique agricole intégrée :

- choix d'espèces résilientes pour l'arboriculture dans des zones d'expansion des crues

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité

Surveillance, alerte, évacuation, retour à la normale...



Mont de La Saxe – Courmayeur (Vallée d'Aoste)

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

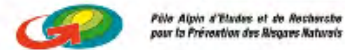
2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité

Quelques principes de gestion intégrée :

- Développer une **approche territoriale** des risques, sur un territoire pertinent et cohérent => à l'échelle des bassins de risque (intercommunalité)
- Intégrer l'ensemble des **acteurs** : implication des populations
=> évaluation participative de la vulnérabilité et des stratégies de gestion et de prévention
=> intégration des savoirs locaux
- Intégrer l'ensemble des **temps de gestion** : prévention, planification préalable de la crise, mitigation, surveillance-alerte, gestion de crise, réparation, réhabilitation, retour d'expérience

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

2) Gestion intégrée des risques et réduction de la vulnérabilité



"Gestion intégrée et approche participative de la vulnérabilité des populations locales", Névache, vallée de la Clarée (05)



Diagnostic de vulnérabilité des installations touristiques exposées à l'aléa inondation sur le bassin versant de l'Eygues (Drôme)

Frédéric LEONE, Professeur des Universités, Codirecteur du Master GCRN, Département de Géographie, Université Montpellier 3

Giovanny LAURET et **Jonathan MOUASSIL**, Etudiants, Master 2 GCRN

Cette étude réalisée par les étudiants du Master2 GCRN de l'UM3 dans le cadre l'opération « Sites pilotes de gestion intégrée des risques naturels dans les Alpes » développe une évaluation systémique et multi-scalaire de la vulnérabilité des campings et de leur accessibilité routière en cas de crue.

Réduction des risques et réduction des vulnérabilités en montagne

3) Résilience des territoires de montagne

- renforcer les stratégies d'anticipation et d'adaptation des impacts du **changement climatique** sur les aléas
- renforcer les **stratégies transversales et territoriales** de solidarité (organisation et planification intercommunale en prévention et gestion de crise)
- développer une **approche soutenable** du risque : déterminer collectivement les seuils d'acceptabilité du risque pour un territoire donné (bassin de risque), en renforçant notamment les démarches d'évaluation socio-économique des risques
- reconnaître, valoriser et intégrer la fonction de services (prévention) rendu par les **écosystèmes montagnards**

FORUM A - Comment réduire la vulnérabilité des vallées alpines ?

Merci pour votre attention

www.risknat.org



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